



TUGAS AKHIR - RE 141324

**PENENTUAN KORELASI PERUBAHAN TEMPERATUR
DAN KELEMBABAN RELATIF TERHADAP KETINGGIAN
INVERSI DAN HUBUNGANNYA DENGAN KUALITAS
UDARA AMBIEN KOTA SURABAYA**

**Achmad Alvinsyah Rasyidi
3311100024**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso., MT.**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015**



FINAL PROJECT - RE 141324

**DETERMINATION OF CORRELATION OF CHANGES
TEMPERATURE AND RELATIVITY HUMIDITY TO
ALTITUDE INVERSION AND CONNECTION WITH AIR
QUALITY AMBIENT OF SURABAYA CITY**

**Achmad Alvinsyah Rasyidi
3311100024**

**SUPERVISOR
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso., MT.**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

***Penentuan Korelasi Perubahan Temperatur Dan Kelembaban
Relatif Terhadap Ketinggian Inversi Dan Hubungannya
Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Achmad Alvinsyah Rasyidi
NRP. 3311 100 024

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :


Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso., M.T.
NIP. 196601161997031001



SURABAYA, JANUARI 2015

Penentuan Korelasi Perubahan Temperatur Dan Kelembaban Relatif Terhadap Ketinggian Inversi Dan Hubungannya Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya

Nama Mahasiswa : Achmad Alvinsyah Rasyidi
NRP : 3311100024
Jurusan : Teknik Lingkungan FTSP ITS
Pembimbing : Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso., MT.

Abstrak

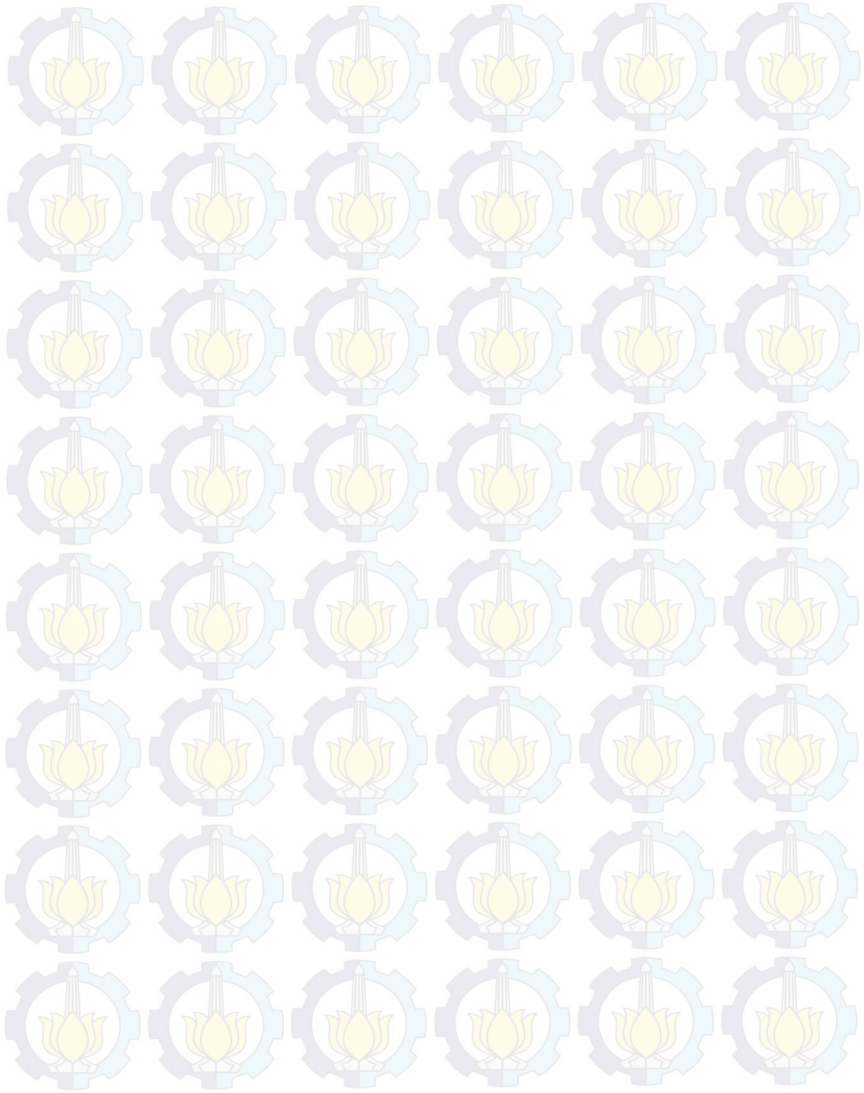
Kualitas udara Kota Surabaya memiliki konsentrasi yang berubah-ubah. Perubahan ini disebabkan oleh lapisan inversi yang dipengaruhi temperatur dan kelembaban relatif. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa hubungan dari temperatur, kelembaban relatif, lapisan inversi, dan kualitas udara ambien.

Penelitian ini menggunakan data sekunder dalam kurun waktu 5 tahun, mulai 2009-2014. Data tersebut perlu diolah terlebih dahulu sebelum dianalisa dan dikorelasikan. Pengolahan data itu dengan cara mencari data ketinggian lapisan inversi, temperatur, kelembaban relatif, dan konsentrasi gas pencemar. Pengolahan ini termasuk melingkupkan data berdasarkan kelengkapan data, pembagian musim penghujan dan kemarau, saat siang dan malam hari, dan pada hari senin-jum'at. Berdasarkan hasil pelingkupan data inilah bisa dilakukan langkah selanjutnya yaitu antar data satu dengan data lainnya dikorelasikan dengan korelasi *Pearson*.

Hasil analisa data menunjukkan bahwa tidak berkorelasinya antara temperatur ataupun kelembaban relatif dengan lapisan inversi, antara lapisan inversi dengan gas pencemar, serta temperatur ataupun kelembaban relatif dengan gas pencemar. Tidak berkorelasinya ini kemungkinan disebabkan oleh sinar dan panas matahari, dan kondisi lapisan inversi *subsidence* yang terjadi di Kota Surabaya.

Kata Kunci : Temperatur, Kelembaban Relatif, Lapisan Inversi, Udara Ambien, Korelasi *Pearson*

Halaman ini Sengaja Dikosongkan



Determination Of Correlation Between Temperature Changing And Relativity Humidity To Altitude Inversion And Connection With Ambient Air Quality Of Surabaya City

Name : Achmad Alvinsyah Rasyidi
Registration Number
of Student : 3311100024
Department : Environmental Engineering FTSP ITS
Supervisor : Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

Abstract

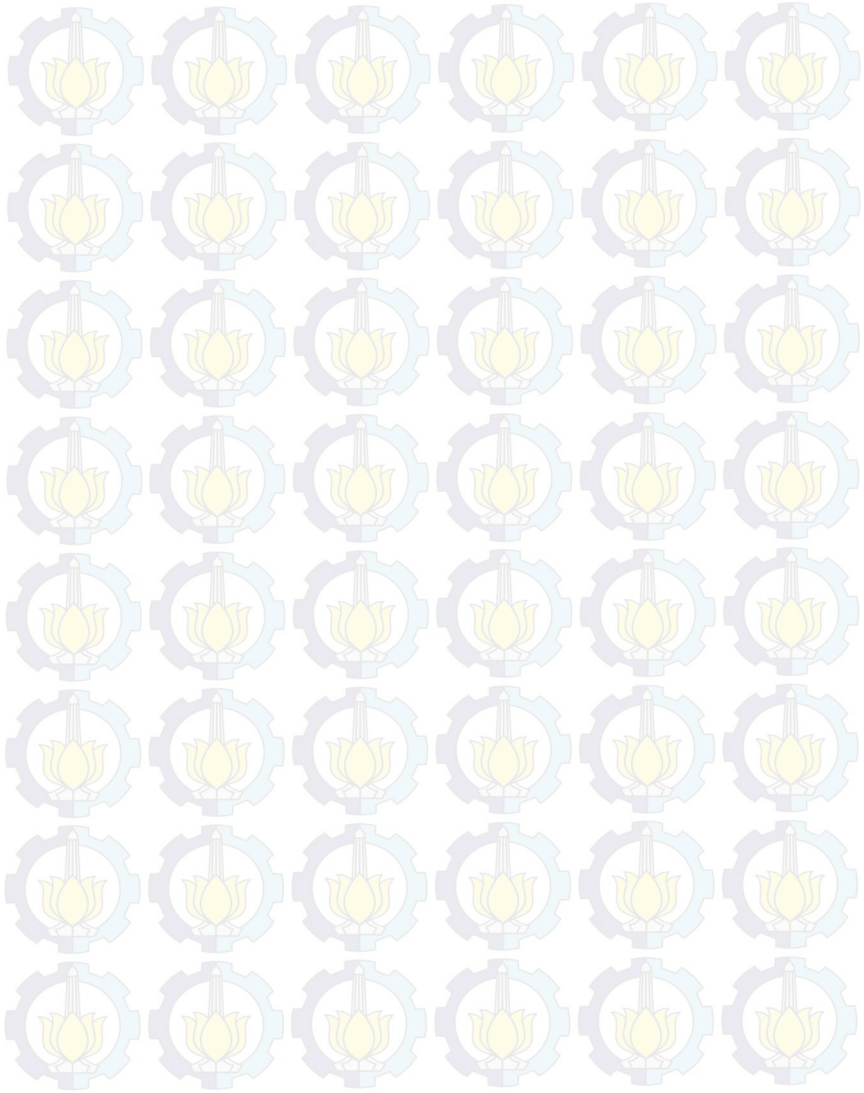
Ambient air quality of Surabaya City is always changing. These changes are caused by the inversion layer, and affected by temperature and relative humidity. This study was conducted to analyze the relationship of temperature, relative humidity, the inversion layer, and the ambient air quality.

This study is using data within 5 years, starting 2009-2014. These data should be treated before it is analyzed and correlated. This study using data of inversion layer height, temperature, relative humidity, and concentration of pollutant gases. Scope of the data based on completeness of data input, the rainy season and the dry season, the day and night, and on Monday-Friday. Data scoping results to be correlated with Pearson Correlation.

Results of data analysis showed that no correlation between temperature or relative humidity with inversion layer, between inversion layer with pollutant gases, as well as temperature or relative humidity with pollutant gases. No correlation is probably caused by the condition of subsidence inversion layer, and light and heat of the sun that occurred in Surabaya City.

Keywords: Temperature, Relative Humidity, Inversion Layer, Air Quality Ambient, Pearson Correlation

Halaman ini Sengaja Dikosongkan



KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berupa penelitian ini sehingga dapat diselesaikan tepat pada waktunya yang berjudul :

Penentuan Korelasi Perubahan Temperatur Dan Kelembaban Relatif Terhadap Ketinggian Inversi Dan Hubungannya Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya

Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan tahap sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP – ITS. Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Allah SWT, atas segala rahmat dan nikmat yang diberikan.
- Bapak, Ibu, dan kakak-kakak saya yang berada di rumah yang selalu mendukung dalam bentuk moril maupun materiil serta doanya yang tak pernah terputus.
- Bapak Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT., selaku dosen pembimbing tugas akhir atas segala ilmu yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir ini.
- Bapak Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT. Selaku dosen Mata Kuliah Udara atas bimbingan, ilmu, serta dukungan yang telah diberikan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
- Bapak Prof. Ir. Joni Hermana, MScES., PhD., Bapak Arie Dipareza Syafei., S.T., MEPM., PhD., Ibu Alia Damayanti, S.T., M.T., PhD Selaku dosen Penguji pada seminar progress dan seminar lisan, atas bimbingan, ilmu, serta dukungan yang telah diberikan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
- Teman-teman angkatan 2011 dan kakak-kakak angkatan atas yang telah banyak membantu pembuatan tugas akhir ini.

- Kepada Novi dan Ni Putu dalam membantu mengerjakan laporan tugas akhir ini dari awal hingga akhir.
- Teman-teman 2013 dan 2014 yang bersedia membantu secara sukarela dalam penulisan tugas akhir ini. Terima kasih banyak.
- Kepada Dinesta Aisyah Insani Saguna yang selalu menunggu dan mendukung selama penulisan laporan.

Penulisan tugas Akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

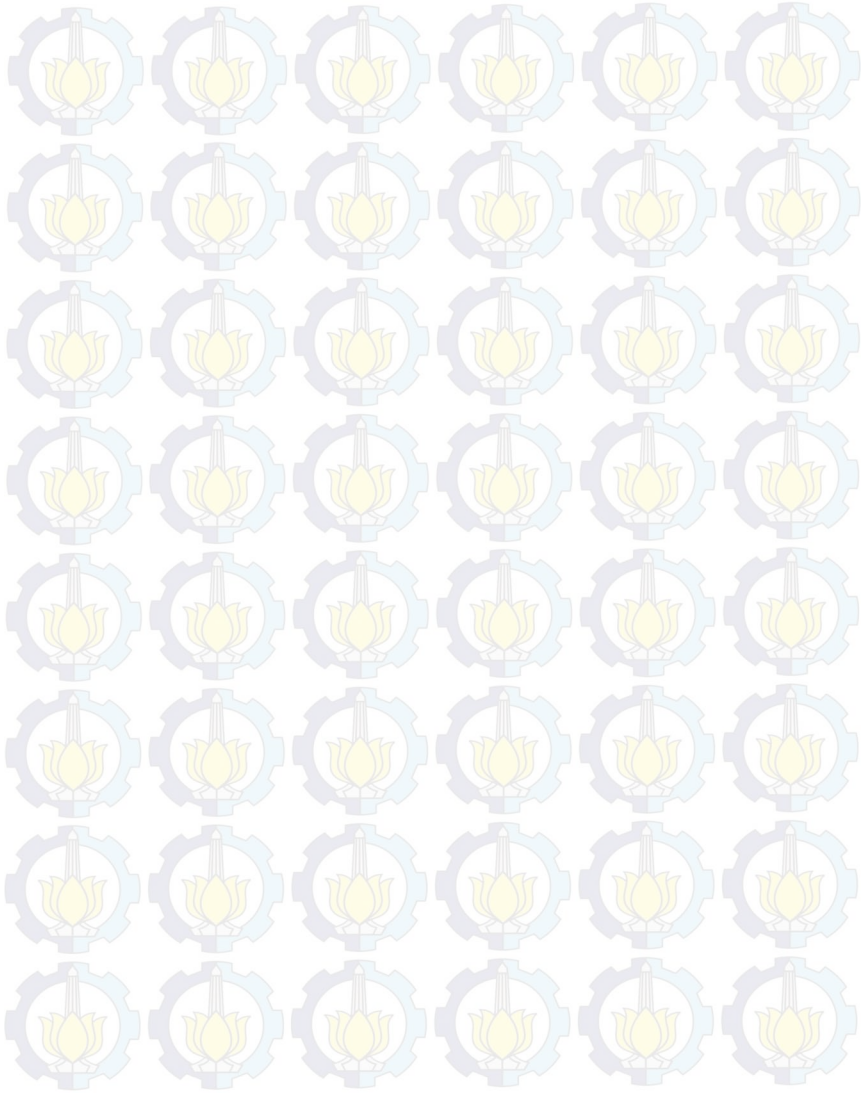
Abstrak	i
Kata Pengantar	v
Daftar isi	vii
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
 BAB 1 Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
 BAB 2 Tinjauan Pustaka	
2.1 Pencemaran Udara.....	5
2.1.1 Udara Ambien.....	5
2.1.1.1 Gas NO ₂	6
2.1.1.2 Gas O ₃	7
2.2 Lapisan Inversi.....	8
2.3 Atmosfer dan Meteorologi.....	8
2.3.1 Hubungan Temperatur dengan Atmosfer	9
2.3.2 Hubungan Kelembaban Relatif dengan Atmosfer	9
2.4 Korelasi Pearson	10
2.5 Penelitian Terdahulu.....	11
 BAB 3 Metoda Penelitian	
3.1 Penjelasan Umum	15
3.2 Kerangka Penelitian.....	15
3.2.1 Ide Penelitian dan Studi Literatur.....	15
3.2.2 Pengambilan Data	18
3.2.3 Pelingkupan Data Lapisan Inversi, Temperatur, Kelembaban Relatif, Dan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya	20
3.2.4 Korelasi Data Lapisan Inversi Dengan Data Temperatur Dan Kelembaban	

Relatif Dan Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya	21
3.2.5 Kesimpulan dan Saran	21
BAB 4 Pembahasan Dan Analisa Data	
4.1 Pelingkupan Data Meteorologi, Lapisan Inversi, dan Konsentrasi Gas Pencemar	23
4.2 Korelasi Data Meteorologi dan Lapisan Inversi.....	37
4.3 Korelasi Data Lapisan Inversi dan Konsentrasi Gas Pencemar	47
4.4 Korelasi Data Meteorologi dan Konsentrasi Gas Pencemar	69
4.5 Hasil Korelasi Data Meteorologi dan Lapisan Inversi.....	72
BAB 5 Pembahasan Dan Analisa Data	
5.1 Kesimpulan Penelitian	75
5.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya	75
Daftar Pustaka.....	77
Lampiran	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kekurangan dan Kelebihan Korelasi <i>Pearson</i>	10
Tabel 3.1	SUF Pemantauan Kualitas Udara Kota Surabaya	20
Tabel 4.1	Kondisi Kualitas Udara Kota Surabaya.....	27
Tabel 4.2	Hasil Korelasi Pearson antara Temperatur dan Kelembaban Relatif dengan Lapisan Inversi	44
Tabel 4.3	Hasil Korelasi Pearson antara Lapisan Inversi dengan Gas NO ₂	68
Tabel 4.4	Hasil Korelasi Pearson antara Lapisan Inversi dengan Gas O ₃	68
Tabel 4.5	Hasil Korelasi Pearson antara Temperatur dengan Gas NO ₂	70
Tabel 4.6	Hasil Korelasi Pearson antara Temperatur dengan Gas O ₃	70
Tabel 4.7	Hasil Korelasi Pearson antara Kelembaban Relatif dengan Gas O ₃	71
Tabel 4.8	Hasil Korelasi Pearson antara Kelembaban Relatif dengan Gas NO ₂	72

Halaman ini Sengaja Dikosongkan



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Kerangka Penelitian	17
Gambar 4.1	Grafik Profil Temperatur pada Tanggal 1 Januari 2009.....	24
Gambar 4.2	Kondisi Lapisan Inversi <i>Subsidence</i>	25
Gambar 4.3	Grafik Data Lapisan Inversi Pukul 00.00 WIB.....	29
Gambar 4.4	Grafik Data Lapisan Inversi Pukul 12.00 WIB.....	30
Gambar 4.5	Grafik Data Temperatur dan Kelembaban Relatif Pukul 12.00 WIB.....	31
Gambar 4.6	Grafik Data Temperatur dan Kelembaban Relatif Pukul 00.00 WIB.....	32
Gambar 4.7	Grafik Data Konsentrasi Gas O ₃ Pukul 00.00 WIB.....	33
Gambar 4.8	Grafik Data Konsentrasi Gas NO ₂ Pukul 00.00 WIB.....	34
Gambar 4.9	Grafik Data Konsentrasi Gas O ₃ Pukul 12.00 WIB.....	35
Gambar 4.10	Grafik Data Konsentrasi Gas NO ₂ Pukul 12.00 WIB.....	36
Gambar 4.11	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan Temperatur Musim Penghujan Pukul 00.00 WIB	37
Gambar 4.12	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan Temperatur Musim Kemarau Pukul 00.00 WIB	38
Gambar 4.13	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan Temperatur Musim Penghujan Pukul 12.00 WIB	39
Gambar 4.14	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan Temperatur Musim Kemarau Pukul 12.00 WIB	40
Gambar 4.15	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan Kelembaban Relatif Musim Penghujan Pukul 00.00 WIB	41
Gambar 4.16	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan Kelembaban Relatif Musim Kemarau Pukul 00.00 WIB	42
Gambar 4.17	Grafik Data Lapisan Inversi dengan Kelembaban Relatif Musim Penghujan Pukul 12.00 WIB	43
Gambar 4.18	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan Kelembaban Relatif Musim Kemarau Pukul 12.00 WIB	44
Gambar 4.19	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas NO ₂ Musim Penghujan SUF 1 Pukul 00.00 WIB	48

Gambar 4.20	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Kemarau SUF 1 Pukul 00.00 WIB	49
Gambar 4.21	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 00.00 WIB	50
Gambar 4.22	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Kemarau SUF 4 Pukul 00.00 WIB	51
Gambar 4.23	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 1 Pukul 00.00 WIB	52
Gambar 4.24	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 1 Pukul 00.00 WIB	53
Gambar 4.25	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 00.00 WIB	54
Gambar 4.26	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 4 Pukul 00.00 WIB	55
Gambar 4.27	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 5 Pukul 00.00 WIB	56
Gambar 4.28	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3	57
Gambar 4.29	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Penghujan SUF 1 Pukul 12.00 WIB	58
Gambar 4.30	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Kemarau SUF 1 Pukul 12.00 WIB	59
Gambar 4.31	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 12.00 WIB	60
Gambar 4.32	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Kemarau SUF 4 Pukul 12.00 WIB	61
Gambar 4.33	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 1 Pukul 12.00 WIB	62
Gambar 4.34	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 1 Pukul 12.00 WIB	63
Gambar 4.35	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 12.00 WIB	64
Gambar 4.36	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 4 Pukul 12.00 WIB	65
Gambar 4.37	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 5 Pukul 12.00 WIB	66
Gambar 4.38	Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 5 Pukul 12.00 WIB	67

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya adalah Kota Metropolitan yang memiliki berbagai aktivitas seperti industri, perdagangan, maupun permukiman. Di Kota Metropolitan, permasalahan lingkungan sangat kompleks akibat darinya besarnya dan cepatnya urbanisasi (Atash, 2007). Setiap kegiatan yang terjadi di Kota Surabaya akan berdampak terhadap lingkungan di Kota Surabaya. Dampak itu berupa pencemaran air, tanah, maupun udara. Dampak pencemaran udara terhadap manusia sangat berbahaya, sehingga menjadi perhatian serius bagi Kota-Kota Metropolitan (Susanto, 2005). Pencemaran udara yang terjadi dapat merubah kualitas udara di Kota Surabaya menjadi lebih buruk dari waktu ke waktu. Pencemaran udara dapat menimbulkan dampak terhadap kesehatan makhluk hidup, ekosistem, maupun iklim. Salah satu dampak kronis dari pencemaran udara adalah bronkitis dan emphysema (Mulia, 2005).

Pemerintah Kota Surabaya melakukan upaya dalam meminimalisir dampak yang terjadi akibat pencemaran udara terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat, maka perlu dilakukan pemantauan secara berkala agar dapat dilakukan upaya penanggulangan dampak ketika terjadi penurunan kualitas udara ambien. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, Pemantauan kualitas udara ini dapat berdasarkan status mutu udara ambien dan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU).

Udara ambien cenderung berubah-ubah atau tidak stabil di udara. Perubahan bisa dimisalkan akibat sumber polutannya atau dikarenakan kondisi meteorologi di Kota Surabaya, tetapi dalam kasus ini dispersi gas di udara di Kota Surabaya yang langsung dari sumbernya dapat dikatakan konstan atau sama akibat kegiatannya yang selalu padat. Kondisi yang berubah-ubah ini dapat dikatakan akibat dari perubahan kondisi meteorologi Kota Surabaya. Kondisi meteorologi dapat dicari atau

diketahui besaran nilainya, karena data ini telah dianalisa oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Surabaya. Faktor meteorologi yang dapat menyebabkan berubahnya kualitas udara ambien dan lapisan inversi, seperti temperatur dan kelembaban relatif.

Kondisi temperatur dan kelembaban relatif yang berubah-ubah ini dapat mempengaruhi lapisan inversi yang ada. Lapisan inversi berkaitan dengan perubahan kondisi temperatur dan kelembaban relatif. Lapisan inversi yang ada akan menutup aliran udara yang ada di atmosfer sehingga membuat lapisan udara tipis di udara. (Mycock *et al.*, 1995). Pengaruh temperatur terhadap lapisan inversi mempengaruhi pergerakan udara di atmosfer (Devasthale dan Thomas, 2012). Perubahan temperatur dan kelembaban relatif yang terjadi di Kota Surabaya dalam 5 tahun terakhir sangat berbeda secara signifikan pada kondisi minimum dan maksimum, 27° - 32° sedangkan kelembaban relatif 49-100% pada tahun 2009 yang dikeluarkan BLH Kota Surabaya. Data yang berbeda signifikan ini akan dikorelasikan dengan data lapisan inversi yang telah dianalisa oleh BMKG Kota Surabaya, sehingga dapat dibandingkan dan dikorelasikan.

Hasil korelasi dari kedua data inilah dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dengan data kualitas udara ambien di Kota Surabaya. Pertimbangan ini dipakai dalam menentukan kondisi kualitas udara Kota Surabaya yang berubah-ubah dengan kondisi temperatur dan kelembaban relatif maupun dengan lapisan inversi, sehingga dari data korelasi sebelumnya dikorelasikan kembali dengan kualitas udara ambien Kota Surabaya yang telah dianalisa oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Surabaya sebagai langkah dalam kegiatan pemantauan kualitas udara.

Pemantauan kualitas udara digunakan sebagai memprediksi kejadian polusi udara yang memakai bahan model dispersi udara atmosfer (Bachtiar *et al.*, 2014). Berdasarkan inilah, diperlukan penelitian data meteorologi yaitu temperatur dan kelembaban relatif dapat dikorelasikan dengan lapisan inversi dan dengan kualitas udara ambien Kota Surabaya. Penelitian ini digunakan sebagai bahan analisa selanjutnya yaitu pemantauan kualitas udara dan pemodelan kualitas udara. Penelitian ini diharap dapat menghasilkan bahasan terkait kondisi

udara ambien Kota Surabaya maupun sebagai bahan penelitian selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Penelitian ini adalah :

1. Hubungan masing-masing data meteorologi yaitu temperatur dan kelembaban relatif dengan lapisan inversi.
2. Hubungan lapisan inversi dengan kualitas udara ambien Kota Surabaya.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Menganalisa dan menentukan korelasi hubungan temperatur dan kelembaban relatif di Kota Surabaya dengan lapisan inversi Kota Surabaya.
2. Menganalisa dan menentukan korelasi hubungan lapisan inversi dengan kualitas udara ambien di Kota Surabaya.

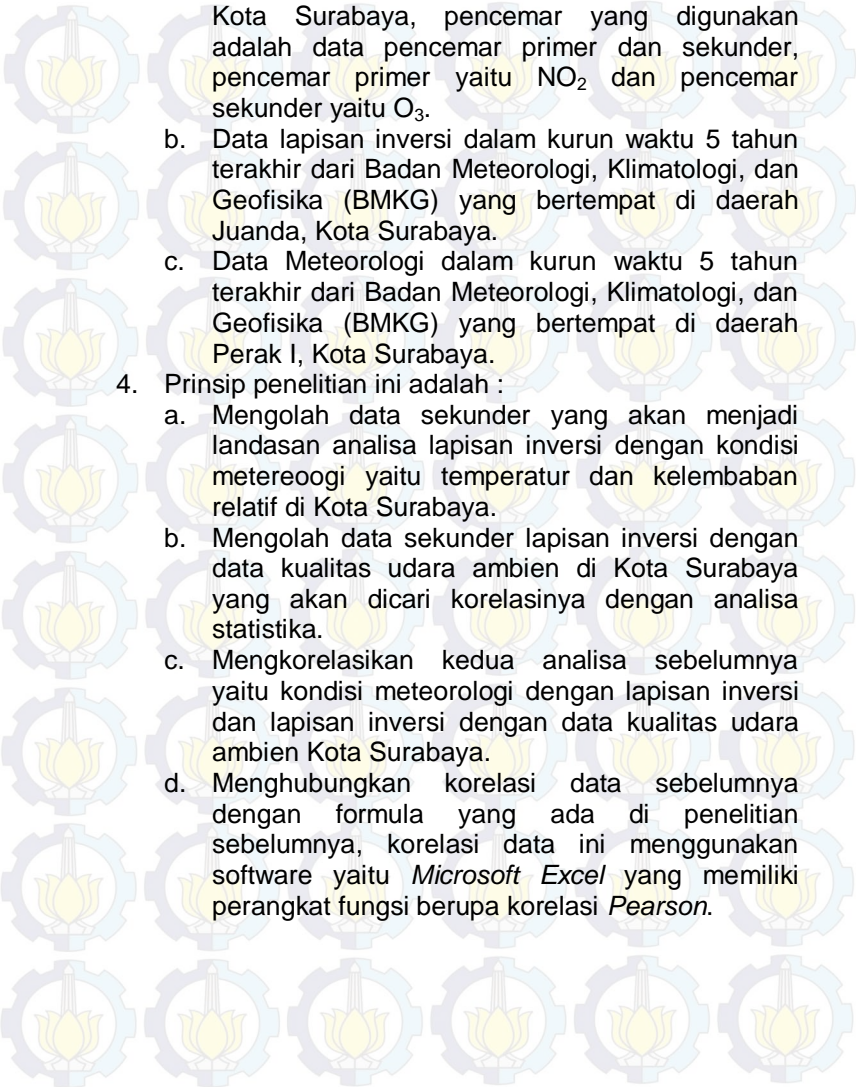
1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Penelitian ini adalah sebagai bahan identifikasi awal dan pertimbangan penelitian landasan pengaruh meteorologi terhadap kualitas udara di Kota Surabaya. Bahan identifikasi ini dapat digunakan sebagai instansi Pemerintah maupun Peneliti selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup dalam Penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS.
2. Waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan yaitu bulan Agustus – November 2014.
3. Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

- 
- a. Data harian dalam kurun 5 tahun terakhir konsentrasi pencemar udara yang diolah BLH Kota Surabaya, pencemar yang digunakan adalah data pencemar primer dan sekunder, pencemar primer yaitu NO_2 dan pencemar sekunder yaitu O_3 .
 - b. Data lapisan inversi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang bertempat di daerah Juanda, Kota Surabaya.
 - c. Data Meteorologi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang bertempat di daerah Perak I, Kota Surabaya.
4. Prinsip penelitian ini adalah :
- a. Mengolah data sekunder yang akan menjadi landasan analisa lapisan inversi dengan kondisi meteorologi yaitu temperatur dan kelembaban relatif di Kota Surabaya.
 - b. Mengolah data sekunder lapisan inversi dengan data kualitas udara ambien di Kota Surabaya yang akan dicari korelasinya dengan analisa statistika.
 - c. Mengkorelasikan kedua analisa sebelumnya yaitu kondisi meteorologi dengan lapisan inversi dan lapisan inversi dengan data kualitas udara ambien Kota Surabaya.
 - d. Menghubungkan korelasi data sebelumnya dengan formula yang ada di penelitian sebelumnya, korelasi data ini menggunakan software yaitu *Microsoft Excel* yang memiliki perangkat fungsi berupa korelasi *Pearson*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai nilai tertentu sehingga dapat dihitung atau diukur serta memberikan dampak pada manusia dan makhluk lainnya (Mukono, 2005). Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga kualitas udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak memenuhi fungsinya.

Pencemaran udara disebabkan oleh aktivitas yang terjadi di sebuah kota. Kegiatan yang terjadi di dalam sebuah kota sangat beragam, seperti kegiatan industri, perdagangan, transportasi, maupun permukiman. Kegiatan transportasi di Kota Surabaya akibat dua polutan yang ditimbulkan semua jenis kendaraan di Surabaya, yakni partikel dan gas (Badan Lingkungan Hidup (Anonim, 2011a). Kedua parameter ini dapat berbahaya untuk kesehatan. Partikel udara yang ada berasal dari asbes yang keluar dari sisa kampas kopling dan rem kendaraan, selain itu partikel karet sisa gesekan ban dengan aspal. Partikel yang tidak bisa dilihat kasat mata itu akan dihirup manusia dan terakumulasi dalam tubuh. Sedangkan polutan gas yang biasanya diproduksi kendaraan, yakni hasil pembakaran mesin baik solar maupun premium seperti gas karbon dioksida (CO_2) dan karbon monoksida (CO).

Diantara gas pencemar yang berpengaruh tentang penurunan kualitas udara seperti gas n

2.1.1 Udara Ambien

Udara ambien adalah udara bebas dipermukaan bumi pada lapisan troposfir yang berada di dalam wilayah yuridis

Republik Indonesia yang dibutuhkan dan mempengaruhi kesehatan manusia, makhluk hidup dan unsur lingkungan hidup lainnya. Udara ambien perlunya dilakukan perlindungan mutu udara ambien adalah upaya yang dilakukan agar udara dapat memenuhi fungsi sebagaimana mestinya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran udara, Pemantauan kualitas udara ini dapat berdasarkan status mutu udara ambien dan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU).

Didalam ISPU terdapat beberapa gas yang digunakan sebagai parameter pencemar udara. Beberapa gas parameter itu adalah gas NO_2 , gas O_3 , gas SO_2 , gas CO , dan PM_{10} . Parameter itu dapat mencemari lingkungan bila diemisikan dalam konsentrasi tinggi. Gas karbon monoksida (CO) merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan bersifat racun dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar fosil, misalnya gas buangan kendaraan bermotor. Sulfur dioksida (SO_2) merupakan gas yang berbau tajam, tidak berwarna, dan tidak bersifat korosi. SO_2 dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur terutama batu bara. Partikulat merupakan polutan udara yang paling jeas terlihat dan berbahaya. Biasanya partikulat dihasilkan dari cerobong pabrik berupa asap hitam tebal. Adapun partikel yang termasuk ke dalam partikulat tersebut yaitu aerosol, debu, dan asap. Nitrogen dioksida (NO_2) merupakan gas yang paling beracun yang dihasilkan dari pembakaran batu bara di pabrik, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor. Oksidan (O_3) molekul yang sangat reaktif di dalam tubuh dan pada hakekatnya dapat merusak bio molekul penting tubuh.

2.1.1.1 Gas NO_2

NO_2 memiliki ciri-ciri berwarna yang tajam yaitu merah kecoklatan dalam bentuk gas atau kuning kecoklatan dalam cair. NO_2 memiliki berat molekul 46 dan masa jenis sebesar 1,5 g/ml. Selain itu NO_2 dapat terlarut dalam air yang memiliki kelarutan sebesar 0,0292 g/100 ml pada suhu 0°C . Dalam kondisi yang semakin panas, kelarutan akan semakin kecil. Gas ini terjadi ketika panas dalam pembakaran menyebabkan reaksi antara oksigen dengan nitrogen yang terdapat di udara yaitu reaksi

antara O_3 dan NO pada siang hari, dimana membentuk NO_2 dan O_2 . Radikal bebas bereaksi sangat cepat dengan NO membentuk NO_2 . Gas ini mengakibatkan berbagai macam bahaya. Gas ini dapat menyebabkan kerusakan pada paru-paru. Bila gas ini bereaksi dengan air membentuk asam. Konsentrasi NO_2 cenderung naik, bila terjadi penurunan berarti terjadi reaksi fotokimia. Hasil reaksi fotokimia berupa gas O_3 yang akan mencapai puncak pada siang hari. Sedangkan pada sore hari, reaksi fotokimia mulai melemah dan nilai NO_2 pun mulai meningkat. Reaksi fotokimia ini dapat mengakibatkan kabut asap yang terjadi di troposfer (Sari, 2015).

2.1.1.2 Gas O_3

Ozon merupakan komponen utama kabut asap fotokimia yang memiliki warna coklat terlihat ringan dan hasil dalam mengurangi masalah visibilitas dan kesehatan. Sumber utama ozon adalah petir dan pembakaran hutan. Selain itu juga ozon terbentuk dari reaksi fotokimia yang konsentrasinya tergantung dari aktivitas alamiah antropogenik setempat. Di permukaan tanah, ozon terbentuk ketika oksida nitrogen (NO_x) dan senyawa organik volatil (VOC) bereaksi dengan adanya sinar matahari. Pembakaran bahan bakar fosil adalah penyebab buatan manusia utama oksida nitrogen, sedangkan penggunaan kendaraan bermotor, dan proses industri dalam industri petrokimia merupakan sumber senyawa organik yang mudah menguap. Sebagian orang salah dalam mengartikan konsentrasi ozon di troposfer tinggi hanya terjadi di kota-kota besar, tetapi konsentrasi ozon lingkungan yang tinggi dapat dan memang terjadi di mana saja. Disaat ozon terbentuk, konsentrasi puncak ozon terjadi selama saat sore hari, saat paparan sinar matahari tinggi. Namun, di daerah yang arah anginnya berlawanan seperti biasanya, sumber utama VOC dan NO_x mungkin mengalami puncak ozon di sore dan malam hari, setelah angin telah membawa ozon dan yang VOC dan NO_x . Dengan demikian, konsentrasi ozon yang tinggi dapat terjadi di daerah terpencil dan di berbagai kali sehari, termasuk pada sore hari atau malam hari.

2.2 Lapisan Inversi

Lapisan inversi adalah keadaan saat udara panas menyelimuti udara dingin karena temperatur udara ambien yang meningkat sesuai dengan ketinggian atau saat lapse rate menjadi negatif (Muzayanah, 2012). Lapisan inversi disebabkan adanya pendinginan di permukaan bumi yang diakibatkan oleh bahan bangunan yang memiliki sifat cepat atau dingin sesuai dengan kondisi lingkungannya (*Thermal Conductor*). Lapisan inversi berkaitan dengan dispersi gas polutan. Gas polutan yang berada di udara akan terperangkap di lapisan bawah karena polutan tidak dapat bergerak secara vertical ke udara. Berdasarkan hal ini lapisan atmosfer di permukaan lebih dingin daripada lapisan atmosfer di atasnya pada saat malam hari (tanpa radiasi matahari) sehingga terbentuk lapisan inversi. Lapisan inversi dipengaruhi oleh beberapa faktor di atmosfer. Lapisan inversi di udara dipengaruhi oleh kelembaban relatif

Lapisan inversi bisa terbentuk karena beberapa hal yaitu diantaranya adalah inversi oleh pemanasan radiasi dan inversi oleh adveksi. Lapisan inversi yang terbentuk oleh adveksi yang artinya perpindahan udara dingin atau panas yang disebabkan oleh kerapatan udara. Kerapatan udara ini dapat berpindah melalui kerapatan tinggi menuju kerapatan rendah. Hal ini terjadi ketika udara dingin beralih menuju permukaan atau ketika angin laut menekan udara yang lebih dingin ke permukaan. Hal seperti ini dapat pula terjadi ketika kerapatan udara dingin berpindah kebawah menuju ke lereng dan meluncur kebawah lapisan udara hangat. Jika hal ini terjadi, maka intensitas radiasi inversi akan meningkat. Udara hangat berpindah diatas permukaan yang dingin, beberapa udara yang paling dekat dengan permukaan menjadi lebih dingin, sementara udara yang lebih tinggi tetap hangat.

2.3 Atmosfer dan Meteorologi

Kondisi di atmosfer tergantung dari kondisi dari permukaan bumi dalam kurun waktu yang lama (Stull, 1988). Atmosfer merupakan lapisan udara yang menyelimuti di permukaan bumi ini, yang dapat mencampurkan berbagai gas

yang tidak berwarna dan tidak terlihat di udara. Lapisan di atmosfer tergantung dari perbedaan tekanan dan perbedaan suhu. Bila lapisan atmosfer terkena panas akan mengembang dan akan mengerut bila dalam keadaan dingin. Bila terjadi perbedaan tekanan, maka terjadi pergerakan udara dari tekanan tinggi ke tekanan rendah.

Cuaca adalah keadaan udara di suatu tempat tertentu yang relatif sempit dalam waktu tertentu yang singkat juga. Berdasarkan BMKG mengartikan cuaca adalah fenomena fisik dari atmosfer yang berhubungan temperatur, tekanan udara, angin, awan, dan sebagainya di suatu tempat dan pada waktu tertentu. Cuaca dapat berubah dengan cepat dan sewaktu-waktu dalam hitungan menit ataupun jam, sehingga perlu adanya kajian secara ilmiah tentang cuaca yang disebut meteorologi.

2.3.1 Hubungan Temperatur dengan Atmosfer

Temperatur adalah kondisi yang menyatakan besaran dari total perpindahan antara dua buah benda. Temperatur atau suhu adalah salah satu bahan mentah dalam menentukan prakiraan cuaca maupun analisa cuaca. Suhu udara permukaan akan mengalami kenaikan ketika siang hari dan akan menurun ketika malam hari dan hal ini berlanjut hingga hari-hari berikutnya. Berdasarkan kejadian hal inilah, temperatur di lapisan udara dapat mempengaruhi lapisan atmosfer yang ada.

2.3.2 Hubungan Kelembaban Relatif dengan Atmosfer

Kelembaban relatif adalah perbandingan dalam persen untuk tekanan uap yang diamati dengan tekanan uap jenuh/saturasi pada suhu dan tekanan udara yang sama. Perbedaan kelembaban relatif permukaan bisa dijadikan sebagai landasan dalam menganalisa kejadian cuaca yang dapat mempengaruhi lapisan atmosfer. Kelembaban relatif adalah faktor yang menyebabkan perubahan kimia, ukuran partikel maupun karakteristik dalam partikel gas (Day *et. al*, 2000). Secara umum, kelembaban relatif berkurang dengan bertambahnya ketinggian di troposfer (Johnsen dan Rockel, 2001).

2.4 Korelasi Pearson

Proses analisa data digunakan sebagai mencari kesinambungan antara dua data yang dicari sehingga didapat persamaan dalam kedua hal. Teknik analisis data merupakan cara yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian. Tujuan dilakukan analisi data untuk mendapatkan kesimpulan dari hasil penelitian. Salah satu teknis analisis data yang digunakan dalam penelitian adalah kuantitatif korelasi, dimana penelitian korelasi bertujuan untuk mencari ada tidaknya hubungan/ korelasi, bila ada, perlu diketahui besarnya hubungan/ korelasi serta penting atau tidaknya hubungan/ korelasi itu.

Analisa korelasi adalah studi yang membahas derajat hujungan antara variabel-variabel. Analisa korelasi menggunakan korelasi *Pearson*. Analisa korelasi *Pearson* digunakan sebagai dari analisis koefisien korelasi *Pearson* untuk mengetahui arah hubungan dan besarnya hubungan berbagai variabel sesuai dengan yang dihipotesakan dalam model pengujian (Arianto, 2001). Model korelasi *Pearson* memiliki kelebihan dan kekurangan yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kekurangan dan Kelebihan Korelasi *Pearson*

Kelebihan korelasi <i>Pearson</i>	Kekurangan korelasi <i>Pearson</i>
Koefisien korelasi <i>Pearson</i> dapat menunjukkan arah hubungan antar variabel.	Tidak terpengaruh dengan nilai ekstrim.
Koefisien korelasi <i>Pearson</i> dapat menunjukkan tingkat korelasi variabel.	Koefisien korelasi bisa salah jika pemilihan variabelnya tidak tepat.

Sumber : Arianto, 2001

Analisa korelasi menggunakan ukuran untuk mengetahui korelasi, terutama untuk data kuantitatif yang dinamakan koefisien korelasi (Sudjana, 1995). Menurut Sudjana, Koefisien korelasi r harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Kadar hubungan dikatakan tinggi apabila nilai koefisien korelasi besar dan harus kecil apabila kadar hubungan itu lemah.
- Koefisien korelasi harus bebas dari satuan yang digunakan untuk mengukur variabel-variabel.

Sebelum diimplementasi, uji Korelasi terlebih dulu harus memenuhi serangkaian asumsi. Asumsi-asumsi uji Korelasi adalah:

1. Normalitas artinya sebaran variabel-variabel yang hendak dikorelasikan harus berdistribusi normal.
2. Linearitas artinya hubungan antara dua variabel harus linier. Misalnya ditunjukkan lewat straight-line.
3. Ordinal artinya variabel harus diukur dengan minimal skala Ordinal.
4. Homoskedastisitas artinya variabilitas skor di variabel Y harus tetap konstan di semua nilai variabel X.

Koefisien korelasi *Pearson* dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini.

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} \{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}} \dots\dots \text{Rumus 1}$$

Dimana :

- r = Koefisien korelasi *Pearson*
- x_i = Variabel x dalam skala interval
- y_i = Variabel y dalam skala interval
- n = Jumlah responden

Koefisien korelasi terletak antara -1 dan +1, yaitu $-1 \leq r \leq +1$.

- Bila nilai $r = -1$, korelasi bernilai negatif (berlawanan arah); artinya terdapat hubungan negatif yang sempurna antara variabel X dengan variabel Y.
- Bila nilai $r = +1$, maka korelasi bernilai positif (searah); artinya terdapat hubungan positif yang sempurna antara variabel X dengan variabel Y.
- c. nilai $r = 0$, maka variabel tidak berkorelasi secara linear; artinya tidak ada hubungan antara variabel X dengan Y.

2.5 Penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan dalam metoda ataupun hasil yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Penelitian terdahulu ini berhubungan korelasi antara

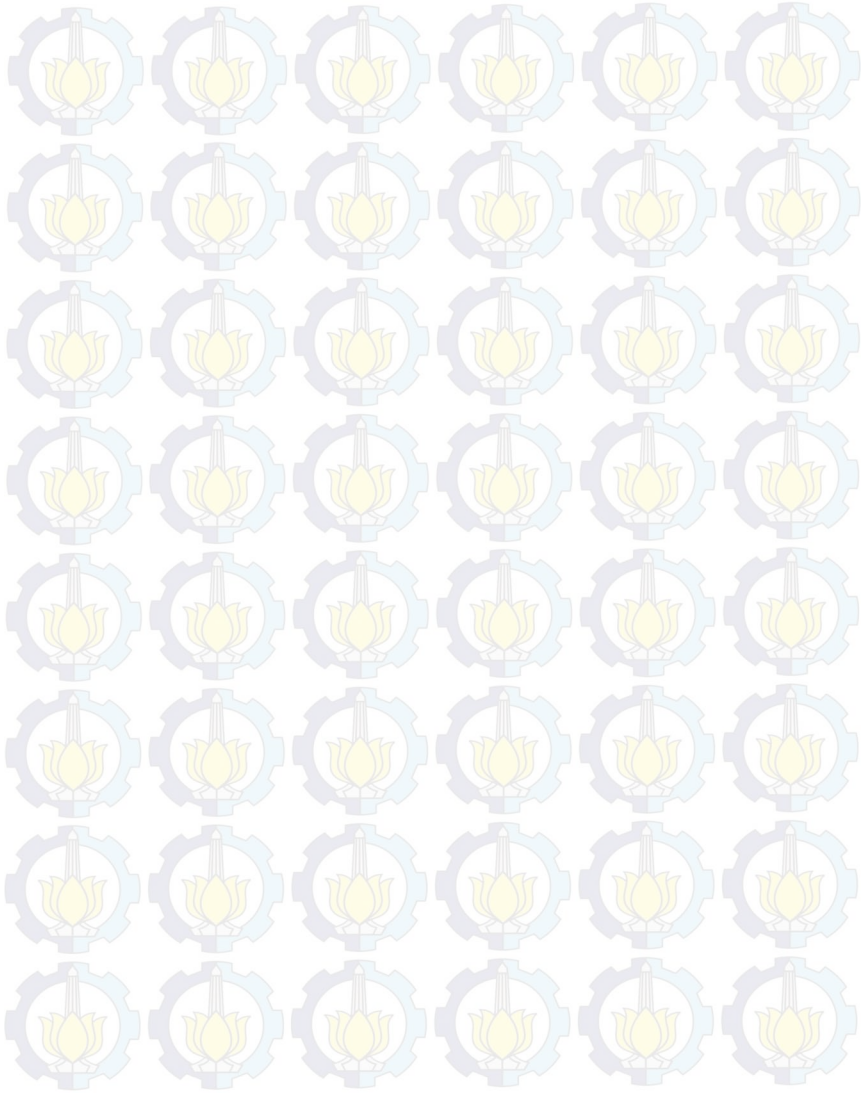
lapisan inversi, temperatur, kelembaban relatif, gas pencemar. Penelitian terdahulu inipun tidak harus tentang korelasi, tetapi dapat tentang kondisi meteorologis dan lapisan inversi yang berada di dekat pantai. Nilai korelasi tidak selalu sama yang dilakukan dalam sebuah penelitian antara satu kota dengan kota lainnya diakibatkan terdapat perbedaan sumber polusi, distribusi polusi, kondisi meteorologi dan topografi dari kota tersebut. Berbagai penelitian menunjukkan terdapat bukti korelasi antara kualitas udara dan faktor meteorologi, namun hubungan tersebut tidak selalu konsisten atau bahkan bertentangan (Li *et al.*, 2014). Korelasi yang diuji terkait perubahan temperatur, kelembaban relatif, ketinggian lapisan inversi, dan kualitas udara ambien pada beberapa kota. Berdasarkan penelitian Seidel *et al.*, 2010, lapisan inversi dipengaruhi oleh beberapa kondisi meteorologi seperti temperatur, kelembaban relatif, refractivity, kelembaban specific, dan luas parcel di udara.

Didalam penelitian Bachtar, 2014, penelitian terkait estimasi ketinggian lapisan inversi dengan model dispersi, estimasi ketinggian ini menggunakan beberapa parameter meteorologi yaitu friksi kekasaran percepatan secara vertical, radiasi matahari, dan temperatur. Estimasi ini selain menggunakan model juga mempertimbangkan variabel meteorologi. Pertimbangan ini dengan cara menghitung besar kekasaran yang terjadi dalam sebuah kota secara vertical akibat gedung pencakar langit yang ada, menghitung radiasi matahari, temperatur kota. Estimasi ketinggian lapisan inversi dikorelasikan dengan ketinggian lapisan inversi yang didapat secara langsung untuk menguji estimasi lapisan inversi. Hasil korelasi tersebut mendapat nilai 0,8-0,9.

Berdasarkan penelitian Gaffen *et al.*, 1992, yang menggunakan 50 data SUF radiosonde yang ada sejak 1973-1990 untuk membandingkan data temperatur dengan kelembaban relatif. Hasil penelitian ini mendapat hasil korelasi yang besar 0,61 antara temperatur dan kelembaban relatif di daerah subtropis, dan sebesar 0,16 di daerah tropis. Nilai kecil korelasi temperatur dan kelembaban relatif ini disebabkan oleh perpindahan panas atau dingin angin berasal dari kerapatan udara yang terjadi di daerah SUF. Bila melihat penelitian Helmis *et al.*, 2011, lapisan inversi pada malam hari relatif tinggi daripada

siang hari karena tekanan angin yang terjadi akibat angin laut yang terjadi, karena bila tekanan angin rendah maka menghasilkan lapisan inversi rendah, dan bila tekanan angin tinggi menghasilkan lapisan inversi tinggi. Di penelitian ini pula disebutkan bahwa konsentrasi gas pencemar seperti gas NO_2 dan O_3 dengan semakin tingginya lapisan inversi konsentrasi semakin menurun hingga 50%.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan



BAB 3

METODA PENELITIAN

3.1 Penjelasan Umum

Penelitian ini memerlukan metoda dalam mencapai tujuan penelitian yang ingin dicapai. Penelitian ini diawali dengan melakukan pengumpulan data dari BMKG terkait lapisan inversi dan meteorologi. Data konsentrasi gas pencemar didapat dari BLH Kota Surabaya. Selanjutnya dilakukan analisis korelasi data meteorologi yaitu temperatur dan kelembaban relatif dengan lapisan inversi dan lapisan inversi dengan data konsentrasi gas pencemar di Kota Surabaya. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan analisa selanjutnya korelasi dari data meteorologi terhadap kualitas udara ambien Kota Surabaya.

3.2 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan acuan dalam melaksanakan penelitian yang dibuat berdasarkan permasalahan yang ada dalam ide untuk mencapai tujuan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa korelasi hubungan data temperatur dan kelembaban relatif dengan menentukan korelasi hubungan lapisan inversi dan dengan kualitas udara ambien di Kota Surabaya. Langkah kerja yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 3.2.

3.2.1 Ide Penelitian dan Studi Literatur

Kondisi udara ambien yang berubah-ubah akibat kondisi meteorologi merupakan dasar dari munculnya ide tugas akhir ini. Kondisi meteorologi dapat mempengaruhi lapisan inversi yang ada dan lapisan inversi dapat mempengaruhi kondisi kualitas udara ambien Kota Surabaya, sehingga dicari korelasi masing-masing. Korelasi kedua hal diatas dapat dikorelasikan lagi dan dapat ditarik kesimpulannya bagaimana pengaruh meteorologi dengan kualitas udara ambien. Berdasarkan hal inilah judul penelitian ini adalah “Penentuan Korelasi Perubahan Temperatur

Dan Kelembaban Relatif Terhadap Ketinggian Inversi Dan Hubungannya Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya”.

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan terkait dengan penelitian ini yang dapat menunjang pelaksanaan penelitian dari sumber-sumber yang ada baik dari buku, jurnal ilmiah, artikel, internet, tugas akhir, maupun dari dinas-dinas terkait. Sumber-sumber pustaka yang digunakan, antara lain:

- Literatur tentang pengertian dan bahaya pencemaran udara, pengertian udara ambien, karakteristik gas NO₂, dan O₃.
- Literatur tentang pengertian lapisan inversi.
- Literatur tentang pengaruh temperatur dan kelembaban relatif terhadap lapisan inversi.
- Literatur tentang pemahaman korelasi *Pearson*.
- Literatur tentang penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian kali ini.

LATAR BELAKANG

Kualitas udara ambien yang berubah-ubah dipengaruhi oleh lapisan inversi dan lapisan inversi dipengaruhi meteorologi seperti temperatur dan kelembaban relatif. Penelitian ini untuk menganalisa hubungan terhadap lapisan inversi, temperatur dan kelembaban relatif, hubungan ini diteliti dengan korelasi Pearson di Kota Surabaya.



Ide Penelitian:
Penentuan Korelasi Perubahan Temperatur dan Kelembaban Relatif terhadap Ketinggian Inversi dan Hubungannya Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya

Studi Literatur tentang model lapisan inversi, kualitas udara ambien, atmosfer dan meteorologi, dan korelasi pearson

METODA PENELITIAN

Pengambilan Data Sekunder dari BMKG dan BLH Kota Surabaya

Pelingkupan data Lapisan inversi, temperatur, kelembaban relatif, dan kualitas udara ambien NO_2 dan O_3

Penentuan korelasi data lapisan inversi dengan Data Temperatur dan Kelembaban Relatif dan dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya dengan korelasi pearson

KESIMPULAN PENELITIAN

Kesimpulan Penelitian berdasarkan analisa korelasi Pearson lapisan inversi dengan kualitas udara ambient Kota Surabaya

Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.2.2 Pengambilan Data

Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui dan mendapatkan segala sesuatu yang diperlukan dalam penelitian sebagai dasar pada tahap analisis dan pembahasan. Data yang dikumpulkan berupa data sekunder. Data sekunder yang diperlukan adalah data harian temperatur, kelembaban relatif, lapisan inversi, dan konsentrasi gas pencemar.

Data yang diperlukan memiliki kurung waktu 5 tahun yang digunakan untuk mempermudah analisis data. Data yang digunakan pada pukul 00.00 WIB dan 12.00 WIB. Pada pukul 00.00 WIB digunakan sebagai data yang mencerminkan dalam sumber pencemar tidak ada, sedangkan pada pukul 12.00 WIB digunakan sebagai data yang mencerminkan dalam sumber pencemar dalam kondisi puncak karena terdapat aktivitas yang bermacam-macam sehingga dapat dilihat bagaimana pengaruhnya terhadap kualitas udara ambien Kota Surabaya.

Data sekunder dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 macam, antara lain :

1. Data temperatur dan kelembaban relatif Kota Surabaya berasal dari BMKG Perak I yang digunakan untuk analisa korelasi dengan lapisan inversi maupun dengan konsentrasi gas pencemar selama 5 tahun terakhir mulai 1 Januari 2009–7 Oktober 2014. Penggunaan data yang berasal dari BMKG Perak I dapat dijadikan data temperatur dan kelembaban relatif Kota Surabaya karena pengambilan data yang masih dilakukan di Kota Surabaya.
2. Data lapisan inversi dari BMKG Juanda yang digunakan data analisa korelasi data temperatur, kelembaban relatif, dan konsentrasi gas pencemar selama 5 tahun terakhir mulai 1 Januari 2009–7 Oktober 2014. Penggunaan data BMKG Juanda dikarenakan data lapisan inversi hanya didapatkan menggunakan Radiosonde yang dimiliki oleh BMKG. Berdasarkan data yang diterima, lapisan inversi belum dapat diketahui berapa ketinggiannya sehingga perlu dicari ketinggian lapisan inversi. Pencarian ketinggian ini dengan membuat profil temperatur. Profil temperatur yang ada terjadi perbedaan temperatur, dalam perbedaan temperatur ini bila

terjadi perubahan yang ekstrem, dapat dikatakan lapisan inversi terjadi pada kondisi sebelum itu, selain itu dalam kondisi umum, lapisan inversi dalam ketinggian 400-700m (Srivastava, 2010). Hal ini diperjelas lagi oleh Ferrero *et al.*, 2011, Lapisan inversi berada pada ketinggian dibawah 1500 m.

3. Data Konsentrasi gas pencemar di Kota Surabaya yang digunakan untuk analisa korelasi kualitas udara ambien Kota Surabaya dengan lapisan inversi dengan temperatur dan kelembaban relatif selama 5 tahun terakhir mulai 1 Januari 2009 – 7 Juli 2014. Kota Surabaya memiliki 7 buah SUF ISPU, akan tetapi ketersediaan data yang minim di SUF yang ada. Hal ini mengakibatkan hanya menggunakan data beberapa SUF.

Gas pencemar yang digunakan 2 yaitu data gas NO_2 , dan O_3 sebagai parameter dalam kualitas udara ambien karena di dalam daerah ketinggian inversi dapat ditemukan NO_x atau NO_2 , O_3 (Baxter, 1990). Gas pencemar yang digunakan berdasarkan pencemar primer dan sekunder. Pencemar primer menggunakan gas NO_2 . Untuk gas NO_2 menggunakan SUF 1 dan 4. Pencemar sekunder menggunakan gas O_3 yang pengambilan data berdasarkan data SUF 1, 4, dan 5. Pemilihan SUF ini berdasarkan jumlah data yang diperoleh atau terbaca oleh alat konsentrasi pencemar dan berdasarkan nilai data yang berubah-ubah tiap harinya. Perubahan data diakibatkan pencemar dan masih bagus nya alat pembaca konsentrasi pencemar yang digunakan, karena bila nilai data relatif sama tiap harinya dapat dikatakan SUF tersebut dalam kondisi rusak.

Kota Surabaya telah memiliki jaringan pemantauan kualitas udara ambien yang terdiri dari lima SUF pemantau tetap (Anonim, 2011a). Pengukuran kualitas udara ambien Kota Surabaya dilakukan berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur no. 10 tahun 2009 tentang Baku Mutu Udara Emien dan Emisi Sumber Tidak Bergerak di Jawa Timur (PP no 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara).

Tabel 3.1 SUF Pemantauan Kualitas Udara Kota Surabaya

Tabel SUF	Lokasi pemantauan	wilayah	Peruntuk lahan	Lokasi penempatan Public Data Display
SUF 1	Halaman Taman Prestasi, Jl Ketabang Kali	Surabaya Pusat	Pusat Kota, Pemukiman, Perkantoran	Depan Monumen Kapal Selam, Jl Gubeng Pojok
SUF 2	Halaman Kantor Kelurahan Perak Timur, Jl Selangor	Surabaya Utara	Perkantoran, dekat daerah industri, Pergudangan	Depan BAPPEDA Prov. Jatim, Jl Pahlawan
SUF 3	Halaman Kantor Pembantu Walikota Surabaya Barat, Jl. Sukomanunggal	Surabaya Barat	Pemukiman, daerah pinggir kota	Ring Road Jl. Dharmawangsa -Jl Kertajaya
SUF 4	Halaman Kecamatan Gayungan, Jl Gayungan	Surabaya Selatan	Pemukiman - dekat Tol Surabaya-Gempol	Depan BNI Graha Pangeran, Jl A. Yani
SUF 5	Halaman Convection Hall, Jl. Arif Rahman Hakim	Surabaya Timur	Pemukiman, Kampus Perkantoran	Perempatan Jl. Dharmawawansa-Jl Kertajaya

Sumber : Anonim, 2011a

3.2.3 Pelingkupan Data Lapisan Inversi, Temperatur, Kelembaban Relatif, Dan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya

Data yang digunakan penelitian ini menggunakan data lapisan inversi, temperatur, kelembaban relatif, dan kualitas udara ambien Kota Surabaya yang digunakan dalam 5 tahun terakhir. Berdasarkan data yang digunakan diperlukan pelingkupan untuk mencari perbandingan data yang dapat memperlihatkan pengaruh temperatur dan kelembaban relatif terhadap lapisan

inversi maupun kualitas udara ambien. Proses pelingkupan data dilakukan dengan mempertimbangkan data lapisan inversi sesuai dengan rentang siang dan malam hari, selain itu perlu dibedakan saat musim kemarau dan penghujan karena dapat menyebabkan error dalam analisa data karena lapisan inversi dan kualitas udara ambien dapat hilang atau bersih akibat tersapu oleh hujan yang terjadi. Pelingkupan ketiga data dilakukan dengan ketersediaan data yang ada, karena bila ada data pada hari itu yang tidak terrekam oleh alat, data yang salah satu kosong itu tidak dapat digunakan karena dapat membuat data menjadi berubah secara ekstrim sehingga data menjadi tidak dapat dikorelasikan. Selain itu, diperlukan pelingkupan data pada hari aktif kerja yaitu hari senin hingga hari jum'at. Pelingkupan data berdasarkan hari diharapkan dapat diketahui korelasi dari konsentrasi pencemar pada saat puncak karena terjadi berbagai aktivitas di Kota Surabaya. Berdasarkan penjabaran diatas, dilakukan pelingkupan data lapisan inversi, temperatur, kelembaban relatif, dan kualitas udara ambien Kota Surabaya dengan mengambil data pada pukul 00.00 WIB dan 12.00 WIB, musim kemarau dan penghujan, dan hari senin hingga hari jum'at. Penyortiran data dapat dikatakan selesai bila data telah dipilah berdasarkan penjelasan sebelumnya, lalu dapat dilakukan uji korelasi *Pearson*.

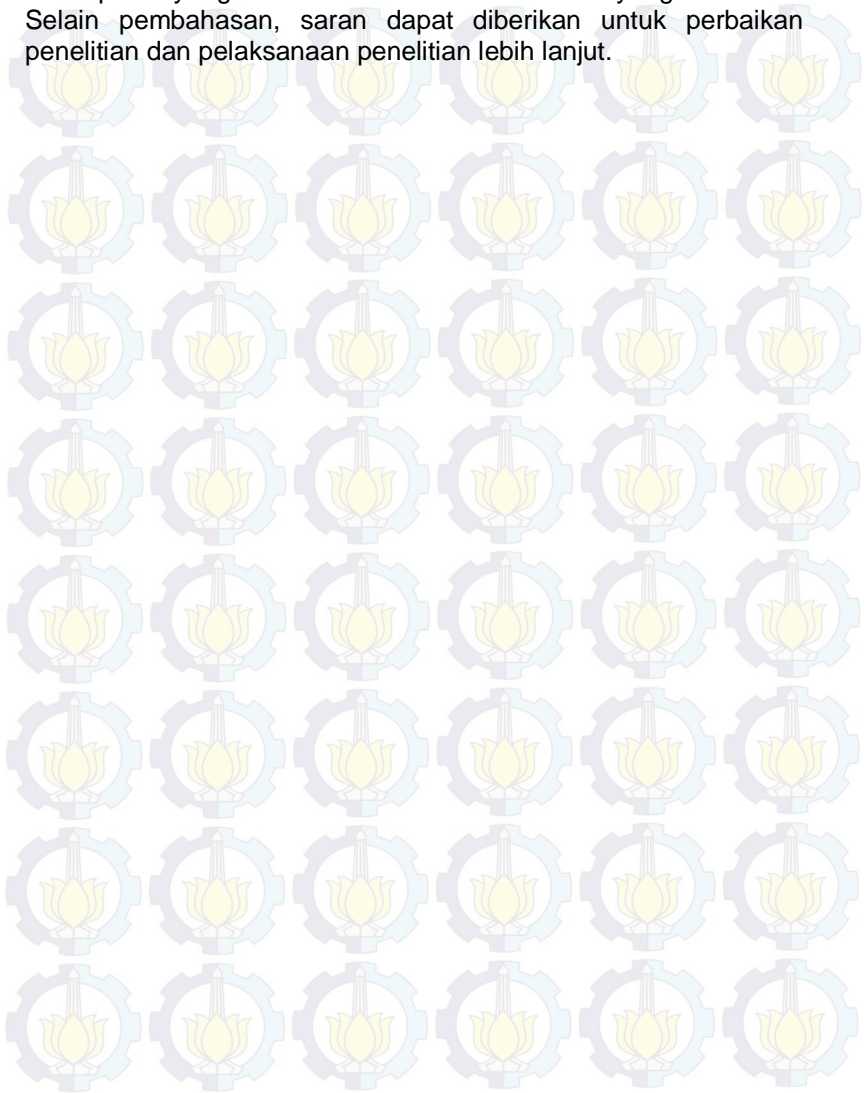
3.2.4 Korelasi Data Lapisan Inversi Dengan Data Temperatur Dan Kelembaban Relatif Dan Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya

Berdasarkan data yang telah dilakukan pelingkupan dilakukan analisa korelasi *Pearson* yang dilakukan dengan melakukan kombinasi linier dari data lapisan inversi dengan temperatur, kelembaban relatif, dan kualitas udara ambien. Korelasi *Pearson* dilakukan dengan software *Microsoft Excel*. Penggunaan software ini untuk mempermudah korelasi yang dilakukan.

3.2.5 Kesimpulan Dan Saran

Pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu kesimpulan yang menyatakan ringkasan dari hasil

penelitian yang menjawab perumusan masalah penelitian. Kesimpulan yang ada berdasarkan hasil korelasi yang dilakukan. Selain pembahasan, saran dapat diberikan untuk perbaikan penelitian dan pelaksanaan penelitian lebih lanjut.



BAB 4

PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA

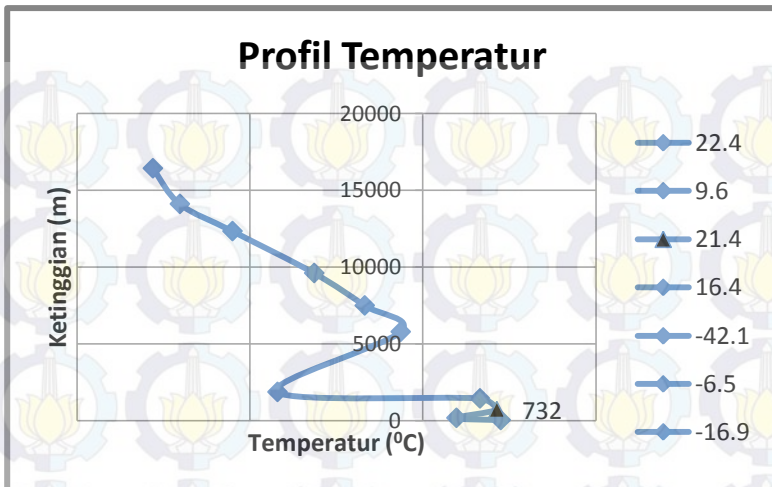
4.1 Pelingkupan Data Meteorologi, Lapisan Inversi, dan Konsentrasi Gas Pencemar

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dan menentukan korelasi hubungan data temperatur dan kelembaban relatif di Kota Surabaya dengan lapisan inversi Kota Surabaya dan menganalisa dan menentukan korelasi hubungan lapisan inversi dengan kualitas udara ambien di Kota Surabaya. Berdasarkan data yang telah didapatkan sebelumnya, perlu dilakukan pengolahan data sebelum pelingkupan data diakibatkan data yang bervariasi karena rentang jam analisa yang berbeda-beda sesuai dengan alat yang dipakai dalam pembacaan data.

Data meteorologi yaitu data temperatur dan data kelembaban relatif yang dimiliki oleh BMKG Perak I. Data ini perlu diolah sesuai dengan tanggal dan jam yang telah direkam oleh alat dan disesuaikan dengan data lainnya yang dimiliki yaitu lapisan inversi maupun konsentrasi gas pencemar.

Data selanjutnya yaitu lapisan inversi didapatkan dari BMKG Juanda dengan alat Radiosonde yang dapat membaca lapisan inversi. Data yang diambil adalah data dalam kurun waktu 5 tahun terakhir hingga data terdekat yang terrekam oleh BMKG yaitu 1 Januari 2009 hingga 7 Oktober 2014. Data BMKG ini didapatkan berasal dari Hastuadi Harsa yang bekerja di BMKG.

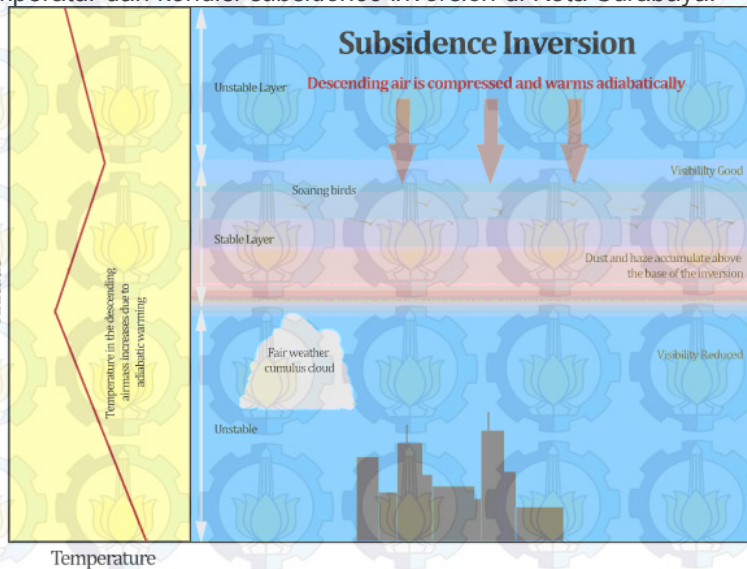
Ketinggian lapisan inversi dapat ditentukan berdasarkan gradien penurunan dan kenaikan temperatur udara ambien berdasarkan ketinggian yang didapat. Data lapisan inversi perlu diolah terlebih dahulu seperti contoh data yang ada sebelumnya yaitu dengan menyotir data temperatur dan ketinggian yang ada lalu dibuat grafik seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Profil Temperatur pada Tanggal 1 Januari 2009

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui ketinggian lapisan inversi berada pada ketinggian 732 m. Menurut Li *et al.* (2012) lapisan inversi ditandai dengan perubahan gradien suhu vertikal dari negatif ke positif. Ketinggian inverse dapat dikatakan 732 m karena memiliki gradient penurunan dan kenaikan temperature yang paling tinggi. Pemilihan titik ini berdasarkan kedekatan titik dengan ketinggian di permukaan bumi. Setelah ketinggian 732 m dapat dilihat Gambar 4.1 bahwa terjadi penurunan temperatur dari 21,4 °C menjadi -42,1°C pada ketinggian 1880 m, kemudian terjadi kenaikan temperatur menjadi -6,5°C pada ketinggian 5800 m. Berdasarkan penjelasan diatas dapat ditentukan bahwa ketinggian lapisan inversi tanggal 1 Januari 2009 pada pukul 00.00 WIB adalah 732 m. hal ini dikarenakan setelah ketinggian dari titik tersebut terdapat gradien penurunan dan kenaikan temperatur udara ambien yang signifikan. Hal tersebut dapat dilihat secara jelas pada profil temperatur yang dibuat pada Gambar 4.1. Setelah itu perlu pengolahan secara menyeluruh terkait data yang diterima dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Ketinggian lapisan inversi yang telah diolah akan ditampilkan dalam grafik tiap bulan selama 5 tahun. Data ini perlu diolah sesuai dengan tanggal dan jam yang

telah direkam oleh alat dan disesuaikan dengan data lainnya yang dimiliki yaitu temperatur dan kelembaban relatif maupun konsentrasi gas pencemar. Data tersebut sesuai dengan literature yang berkisar pada ketinggian 400-700m sesuai pernyataan Srivastava, 2010 dan diperjelas lagi oleh Ferrero *et al.*, 2011, yang lapisan inversi berada pada ketinggian dibawah 1500 m. Lapisan inversi yang diamati dalam penelitian ini adalah lapisan *subsidence inversion*. *Subsidence inversion* terjadi ketika sebuah lapisan di udara turun menuju permukaan yang dibawahnya karena lapisan tersebut memiliki suhu yang lebih dingin dari suhu lapisan di bawahnya. Lapisan ini menekan dan memanaskan lapisan atmosfer di bawahnya, sehingga gradien penurunan temperatur atmosfer menurun atau bernilai positif (Wikandari, 2015). Ketika massa udara diatasnya turun menuju level ketinggian yang cukup rendah, udara pada ketinggian yang lebih tinggi menjadi lebih hangat daripada ketinggian yang lebih rendah, dengan penjelasan ini terjadilah lapisan inversi (Seinfeld, 1986). Pada Gambar 4.2 di bawah ini merupakan gambaran profil temperatur dan kondisi *subsidence inversion* di Kota Surabaya.



Gambar 4.2 Kondisi Lapisan Inversi *Subsidence*
(Sumber : Griffin, 2014)

Lapisan inversi *subsidence* di Kota Surabaya bisa terjadi akibat inti *anticyclones* yang ada di atmosfer perlahan turun memanaskan udara dengan kompresi. Kejadian ini mengakibatkan tingginya lapisan inversi dalam massa udara di ketinggian di atas tanah, padahal udara ambien Kota Surabaya memiliki temperatur yang lebih rendah daripada lapisan inversi. Kejadian seperti ini terjadi di Southern California pada musim panas yang sama terletak di dekat tepi timur Pasifik Tinggi, yang merupakan komponen dari Hadley sel sirkulasi global. *Subsidence inversi* memiliki konsekuensi penting bagi kualitas udara karena membatasi volume udara untuk dispersi polutan udara (Huber, 2004). *Subsidence inversion* selalu ditemukan di atas permukaan tanah, biasanya di kisaran 8.000-12.000 kaki tetapi mereka terjadi di mana saja dari 5.000-18.000 kaki. Lapisan atas dan di bawah inversi biasanya cukup stabil sementara lapisan inversi sendiri sangat stabil (Griffin, 2014).

Hasil pengolahan data dari tahun 2009-2014, ketinggian lapisan inversi rata-rata pada pukul 00.00 WIB pada musim kemarau adalah 782 m dan pada musim penghujan adalah 767m, sedangkan pada pukul 12.00 WIB pada musim kemarau adalah 772 m dan pada musim penghujan adalah 757 m. Rata-rata ketinggian lapisan inversi pada malam hari lebih tinggi dibandingkan pada siang hari. Hal ini ditemukan pula oleh Li *et al.* (2012) dengan analisa ketinggian lapisan inversi di Chengdu, China dengan metoda *numerical model (the AREM)*. Hal tersebut menandakan adanya adveksi pada ketinggian lapisan inversi dimana temperatur pada lapisan di permukaan lebih rendah, sehingga menyebabkan ketinggian lapisan inversi lebih tinggi pada malam hari daripada siang hari.

Data kualitas udara ambien Kota Surabaya diketahui dengan mendapatkan konsentrasi gas pencemar yang ada di Kota Surabaya. Data ini perlu diolah sesuai dengan tanggal dan jam yang telah direkam oleh alat dan disesuaikan dengan data lainnya yang dimiliki yaitu temperatur dan kelembaban relatif maupun lapisan inversi. Hasil pengolahan data dari tahun 2009-2014, temperatur rata-rata pada pukul 00.00 WIB adalah 26 °C, sedangkan pada pukul 12.00 WIB adalah 28 °C. Hasil pengolahan data dari tahun 2009-2014, kelembaban relatif rata-rata pada pukul 00.00 WIB adalah 85%, sedangkan pada pukul

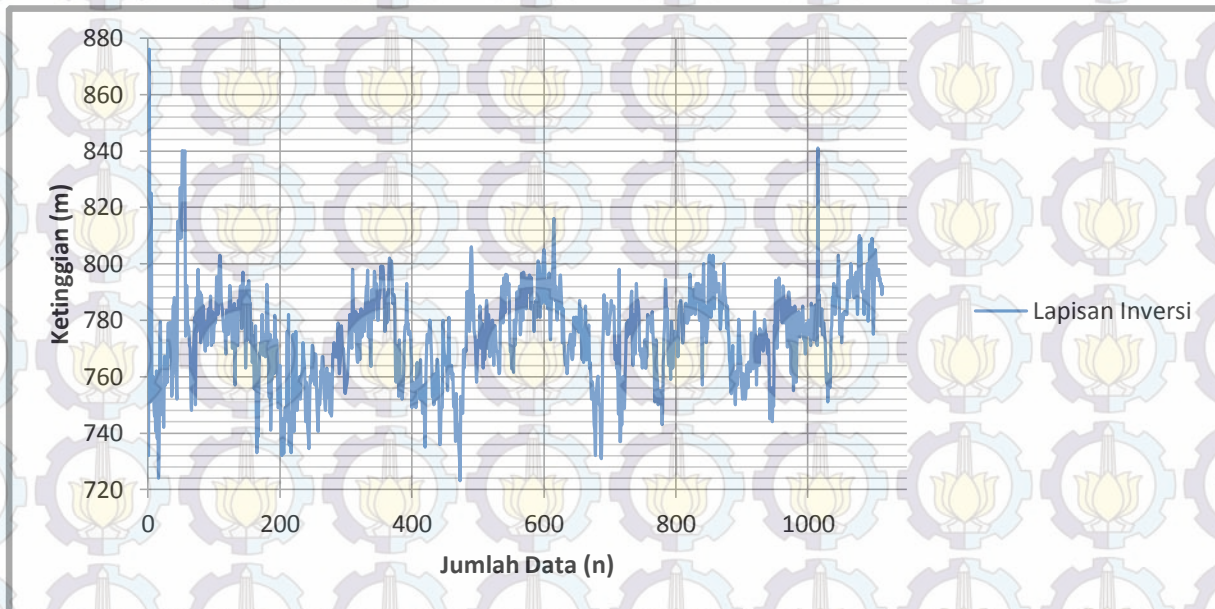
12.00 WIB adalah 75%. Data meteorologi, temperatur dan kelembaban relatif diambil di BMKG Perak I yang pengambilannya diambil dari ketinggian 3 meter dari muka laut. Data temperatur dan kelembaban relatif ini dikatakan data yang mewakili Kota Surabaya. Penggunaan data dari BMKG Perak I ini merupakan data permukaan Kota Surabaya secara meteorologi.

Berdasarkan ketiga data yang telah diperoleh, perlu dilakukan pelingkupan data untuk mempermudah proses analisa data. Pelingkupan data yang dilakukan ini dengan cara mengambil data pada kemungkinan rentang yang besar yaitu siang dan malam hari, berdasarkan musim kemarau dan penghujan, dan hari-hari yang aktif senin-jum'at, setelah itu dikelompokkanlah data yang ada yaitu temperatur, kelembaban relatif, gas NO₂, dan O₃. Data gas pencemar ini bila dipermudah dengan Tabel 4.1 untuk gambaran kondisi kualitas udara di Kota Surabaya. Untuk gas NO₂ menggunakan data pada SUF 1 dan 4. Gas O₃ menggunakan data pada SUF 1,4 dan 5. Data SUF 6 dan 7 tidak dapat digunakan karena SUF ini baru beroperasi pada tahun 2012, sehingga tidak dapat mewakili data selama lima tahun terakhir yaitu 2009-2014. Bila melihat posisi SUF yang ada di Kota Surabaya, untuk SUF 4 berada di wilayah pemukiman dan dekat Tol Surabaya-Gempol. SUF 1 berada di tengah kota, diperkirakan konsentrasi O₃ tinggi karena radiasi sinar matahari di daerah ini cukup tinggi sehingga terjadi reaksi fotokimia yang melepaskan gas O₃ dari pencemar primer lainnya.

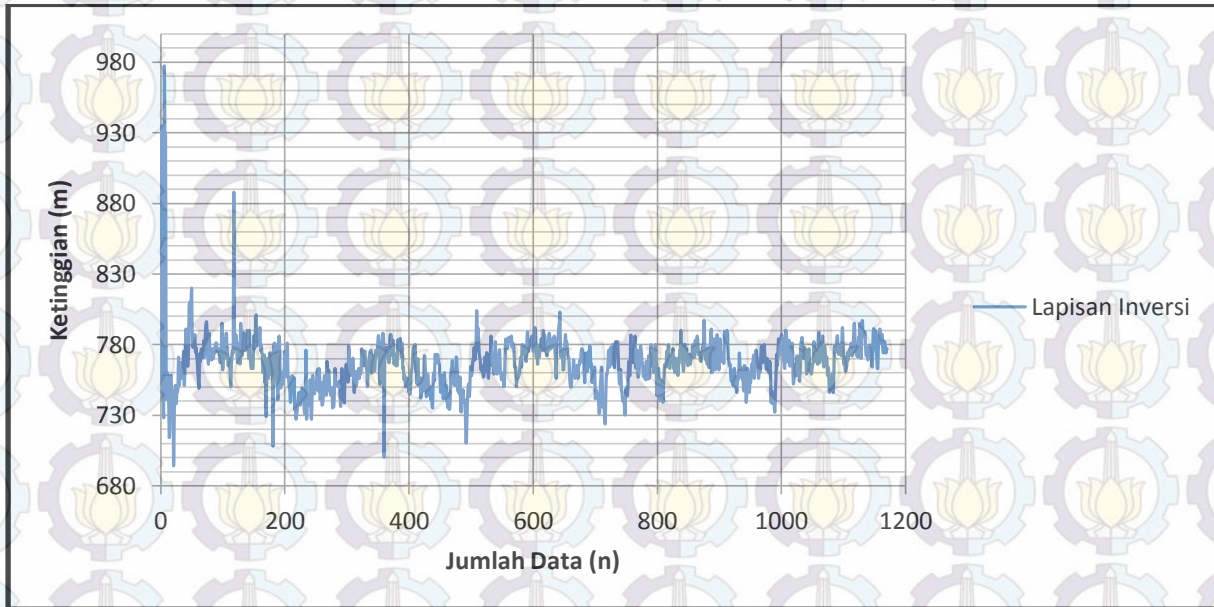
Tabel 4.1 Kondisi Kualitas Udara Kota Surabaya

Parameter	Pukul	SUF	Konsentrasi (µg/m ³)		
			Maksimal	Minimal	Rata-rata
NO ₂	00.00	SUF 1	61,980	0,000	6,400
		SUF 4	102,130	0,000	13,210
	12.00	SUF 1	43,910	0,000	4,852
		SUF 4	71,330	0,000	9,743
O ₃	00.00	SUF 1	391,900	0,000	142,770
		SUF 4	190,360	15,910	5,550
		SUF 5	142,770	44,810	4,500
	12.00	SUF 1	339,470	0,000	103,350
		SUF 4	277,360	27,600	89,440
		SUF 5	432,700	9,520	91,710

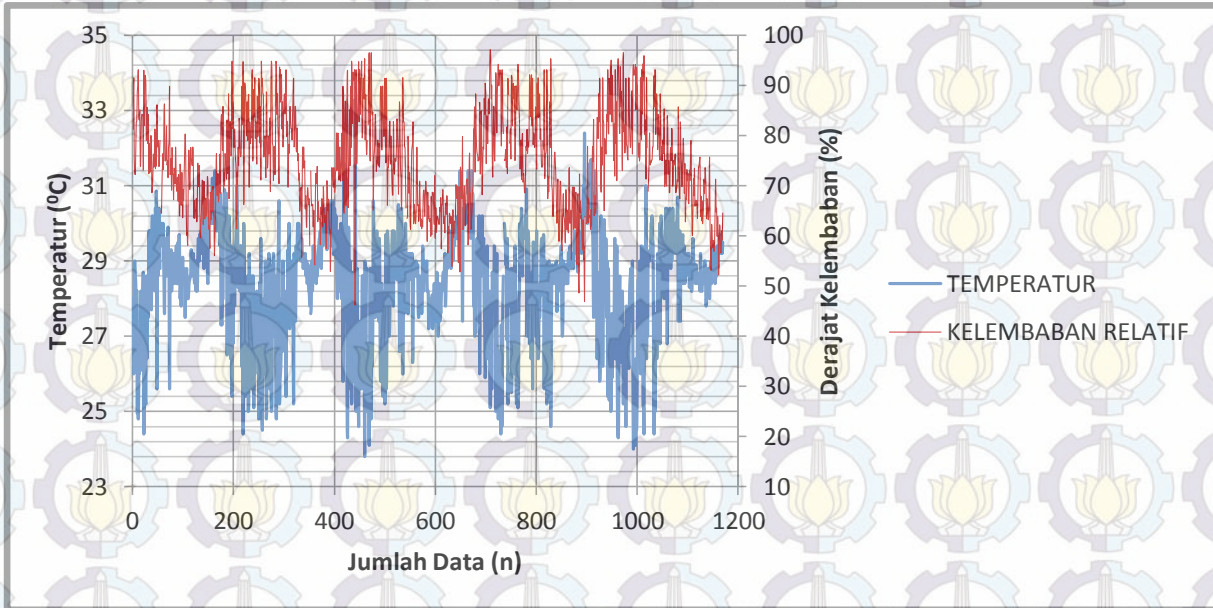
Berikut hasil pelingkupan data-data yang telah didapat akan ditampilkan dalam gambar grafik. Gambar 4.3 menunjukkan data lapisan inversi setelah penyortiran data, dan tanpa membedakan musim penghujan dan kemarau pada pukul 00.00 WIB. Gambar ini untuk menjelaskan ketersediaan data yang didapat dalam 5 tahun terakhir. Gambar 4.4 pun memiliki makna sama dengan Gambar 4.3, pembeda kedua grafik ini hanya pukulnya yaitu 12.00 WIB. Untuk gambar 4.5 dan gambar 4.6 adalah gambaran keseluruhan data temperatur dan kelembaban relatif yang digunakan untuk langkah selanjutnya yaitu korelasi, pembeda kedua gambar ini hanya pada jam perolehan data, karena ini gabungan dari musim penghujan dan kemarau, dan setelah penyortiran hari senin-jumat. Gambar 4.7 adalah data yang tersedia untuk gas O_3 pada pukul 00.00 WIB setelah dilakukan penyortiran data, sedangkan data gas O_3 pada pukul 12.00 WIB ada pada Gambar 4.9. Gambar 4.8 adalah data yang tersedia untuk gas NO_2 pada pukul 00.00 WIB setelah dilakukan penyortiran data, sedangkan data gas NO_2 pada pukul 12.00 WIB ada pada Gambar 4.10.



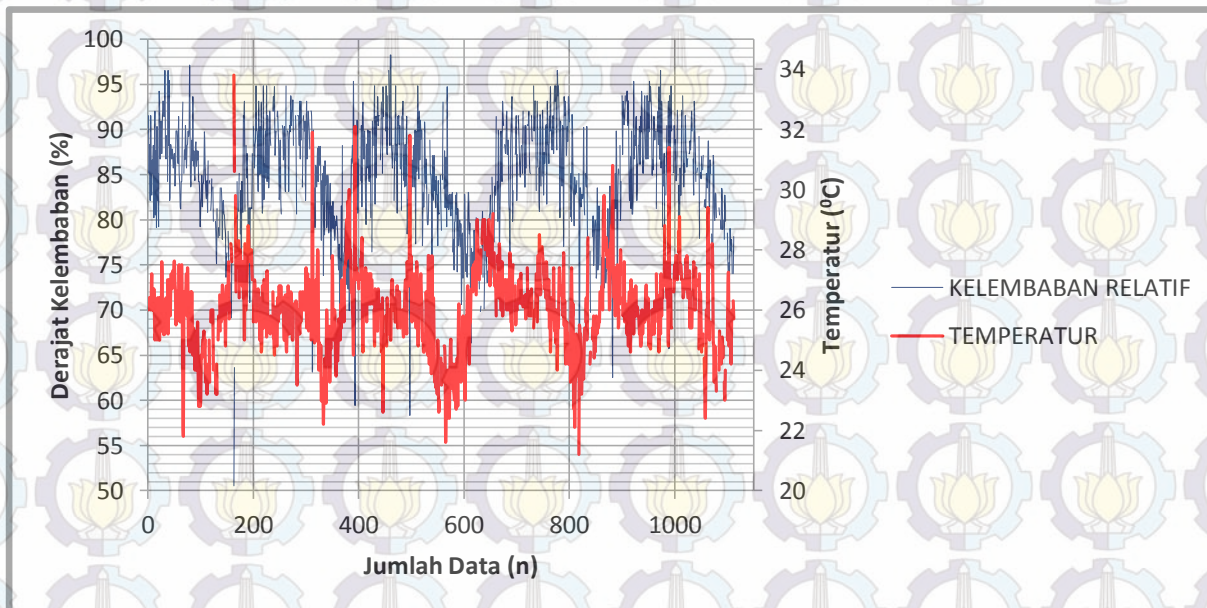
Gambar 4.3 Data Lapisan Inversi Pukul 00.00 WIB



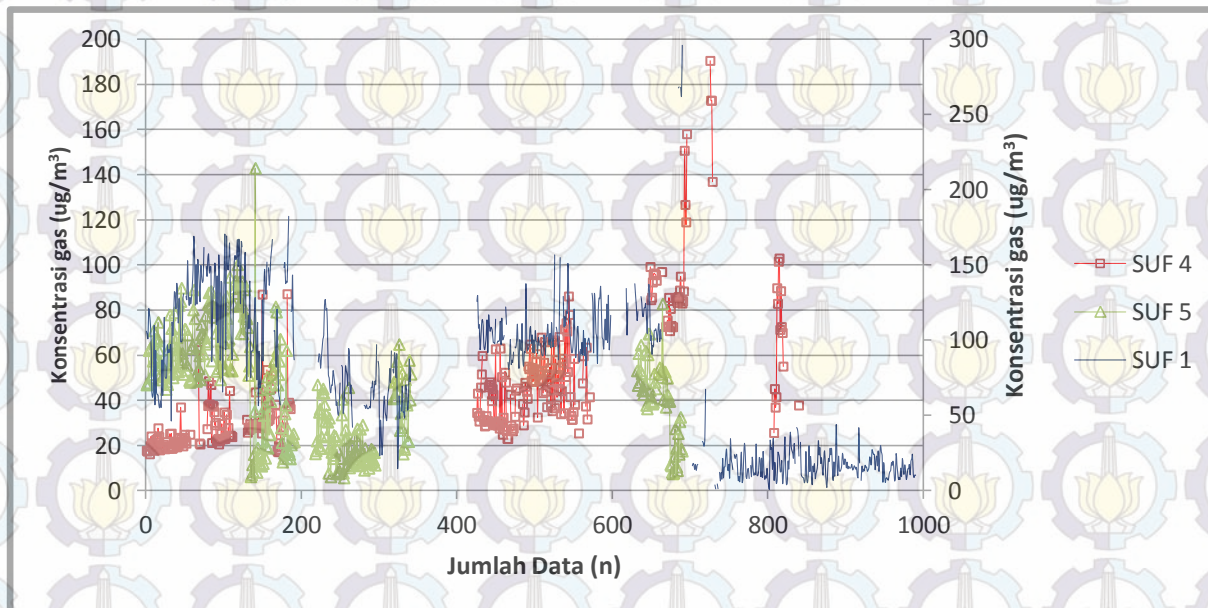
Gambar 4.4 Data Lapisan Inversi Pukul 12.00 WIB



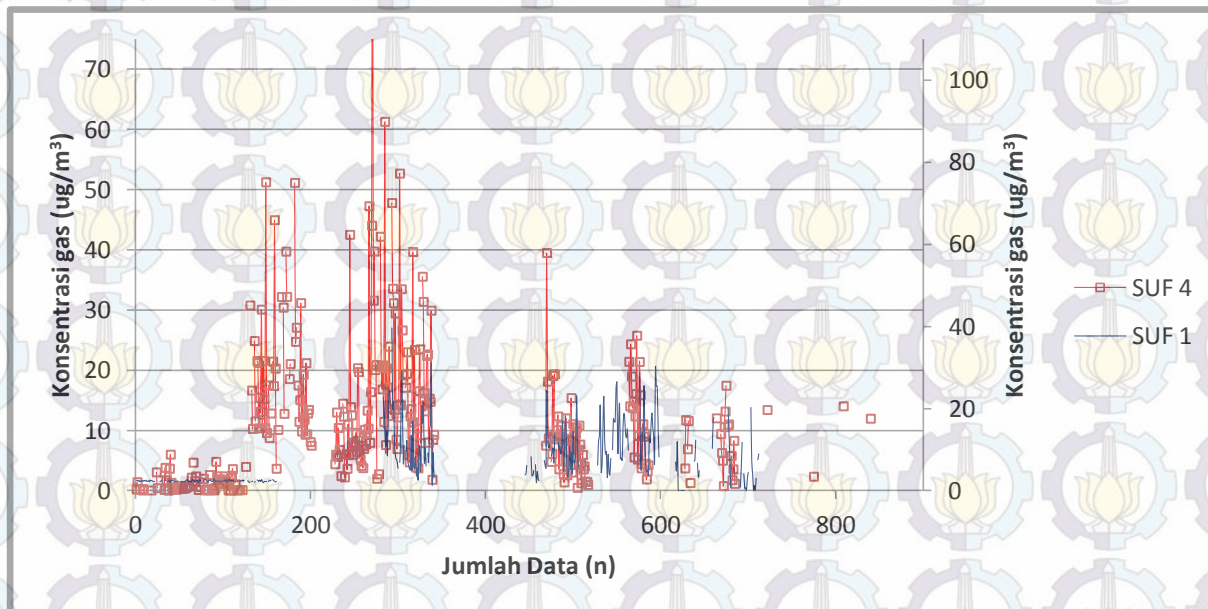
Gambar 4.5 Data Temperatur dan Kelembaban Relatif Pukul 12.00 WIB



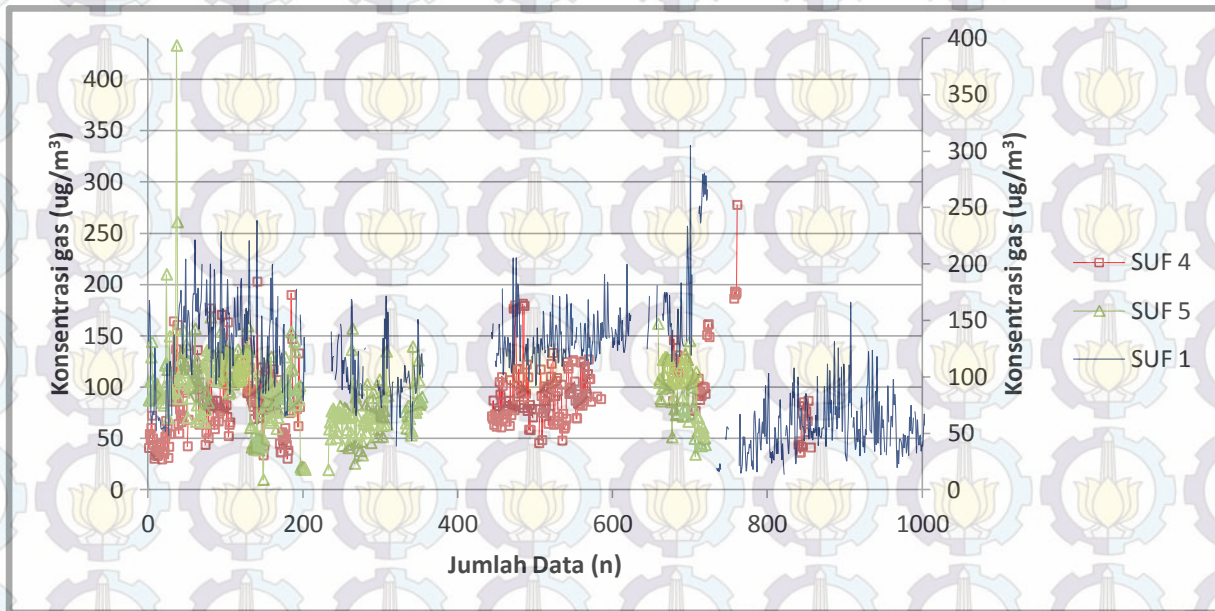
Gambar 4.6 Data Temperatur dan Kelembaban Relatif Pukul 00.00 WIB



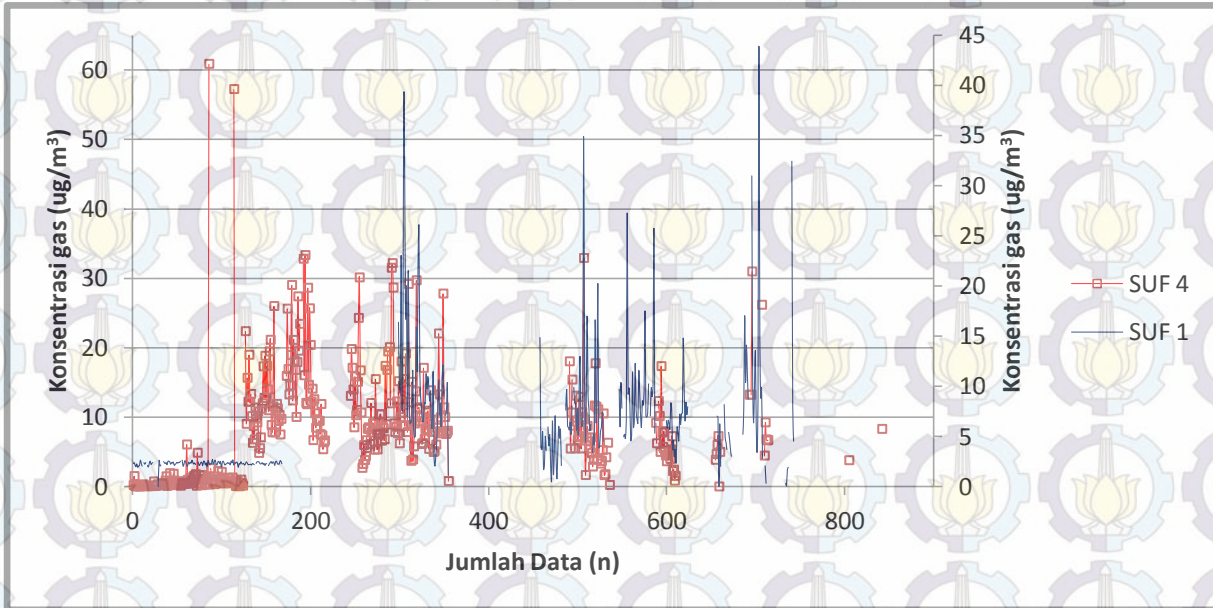
Gambar 4.7 Data Konsentrasi Gas O_3 Pukul 00.00 WIB



Gambar 4.8 Data Konsentrasi Gas NO₂ Pukul 00.00 WIB



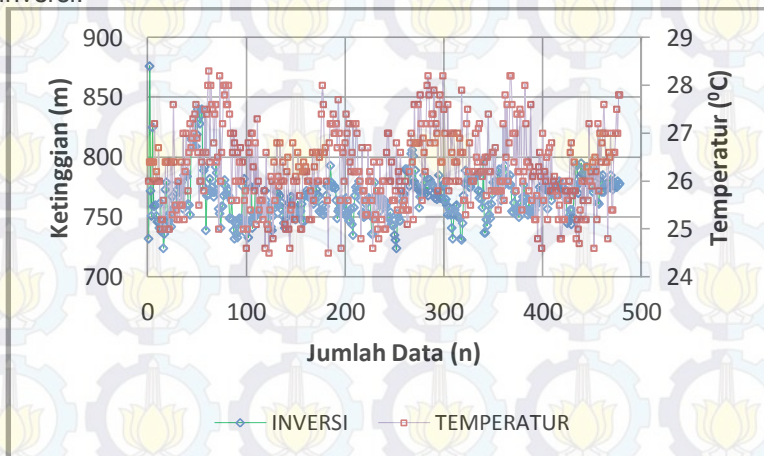
Gambar 4.9 Data Konsentrasi Gas O_3 Pukul 12.00 WIB



Gambar 4.10 Data Konsentrasi Gas NO₂ Pukul 12.00 WIB

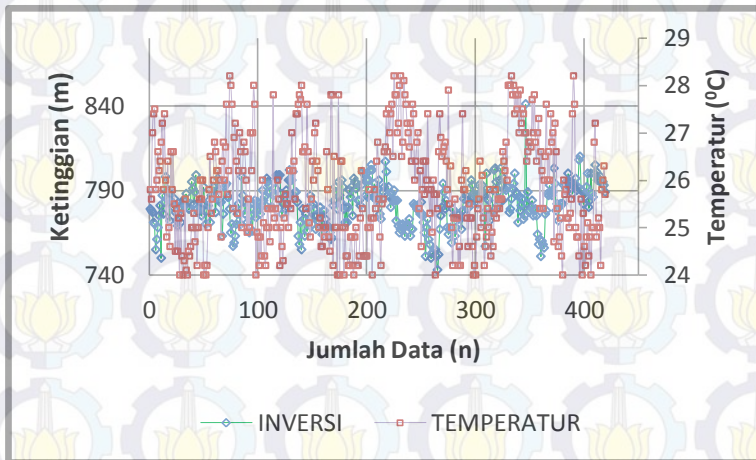
4.2 Korelasi Data Meteorologi dan Lapisan Inversi

Berdasarkan pelingkupan data yang dilakukan sebelumnya, langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah mengkorelasikan data meteorologi yaitu temperatur dan kelembaban relatif dengan data lapisan inversi dengan *Microsoft Excel* yaitu analisa korelasi *Pearson*. Di dalam grafik data sebelumnya didapat data yang melebihi atau dibawah dari rata-rata secara umum atau bisa dikatakan titik ekstrim, untuk itu data yang terlalu kecil atau terlalu besar dapat diabaikan, untuk mengurangi kesalahan dalam proses korelasi nantinya. Saat melakukan korelasi data meteorologi dicantumkan sebagai data independen dan data ketinggian lapisan inversi dicantumkan sebagai data dependen, hal ini dikarenakan data meteorologi diasumsikan tidak dipengaruhi oleh perubahan ketinggian lapisan inversi atau bersifat independen. Sedangkan perubahan ketinggian lapisan inversi diasumsikan dipengaruhi oleh parameter meteorologi. Berikut hasil korelasi *Pearson* yang dilakukan dalam Tabel 4.2. Gambar 4.11 hingga Gambar 4.18 adalah gambar data perbandingan yang dikorelasikan antara temperatur dan kelembaban relatif dengan ketinggian lapisan inversi.



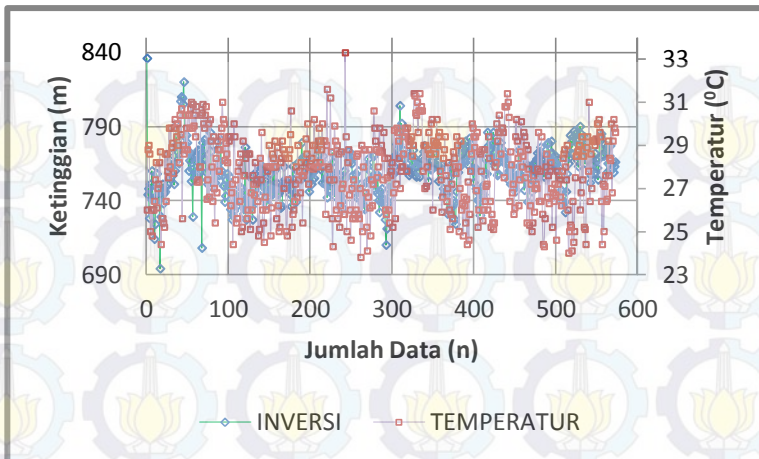
Gambar 4.11 Data Lapisan Inversi Dengan Temperatur Musim Penghujan Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.11 adalah data korelasi antara temperatur dengan lapisan inversi di musim penghujan pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran temperatur dan ketinggian lapisan inversi.



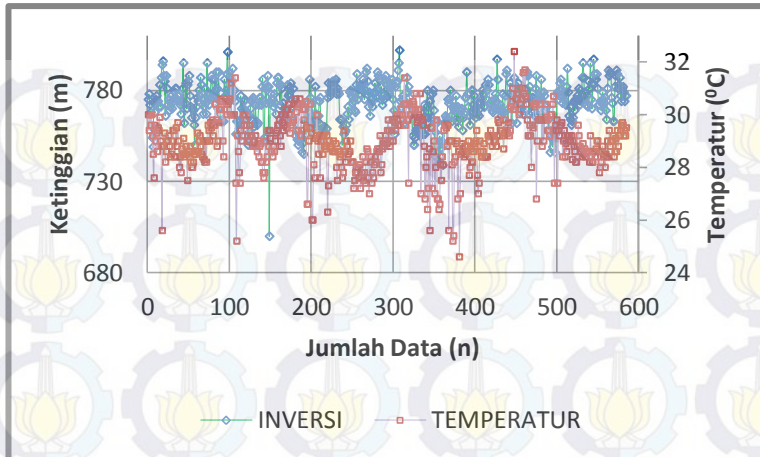
Gambar 4.12 Data Lapisan Inversi Dengan Temperatur Musim Kemarau Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.12 adalah data korelasi antara temperatur dengan lapisan inversi di musim kemarau pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran temperatur dan ketinggian lapisan inversi.



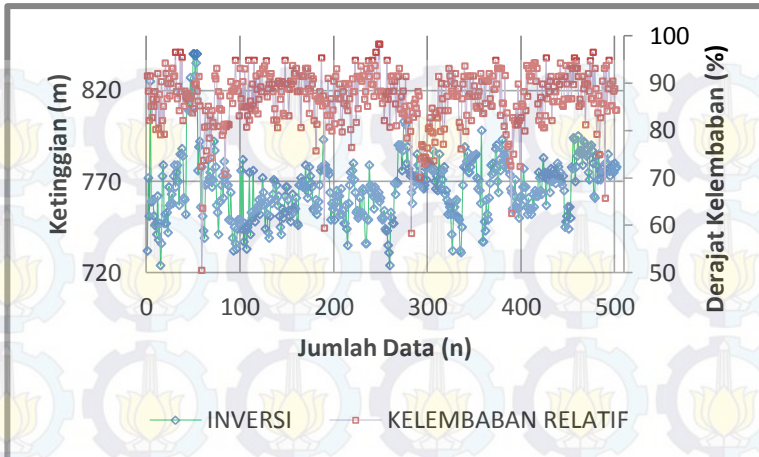
Gambar 4.13 Data Lapisan Inversi Dengan Temperatur Musim Penghujan Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.13 adalah data korelasi antara temperatur dengan lapisan inversi di musim penghujan pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran temperatur dan ketinggian lapisan inversi.



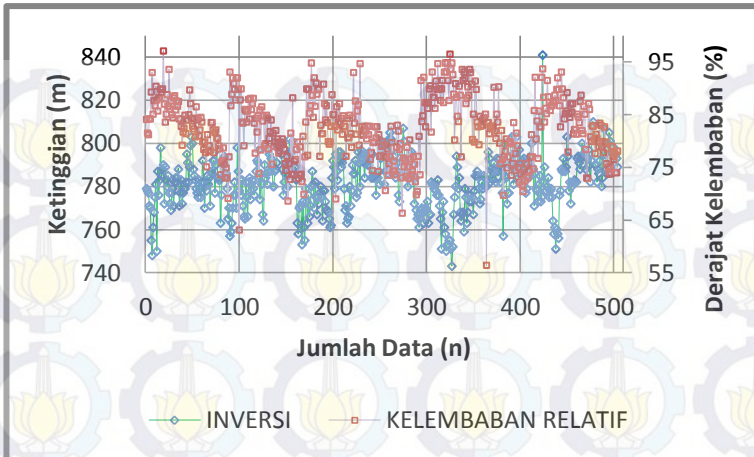
Gambar 4.14 Data Lapisan Inversi Dengan Temperatur Musim Kemarau Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.14 adalah data korelasi antara temperatur dengan lapisan inversi di musim kemarau pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran temperatur dan ketinggian lapisan inversi.



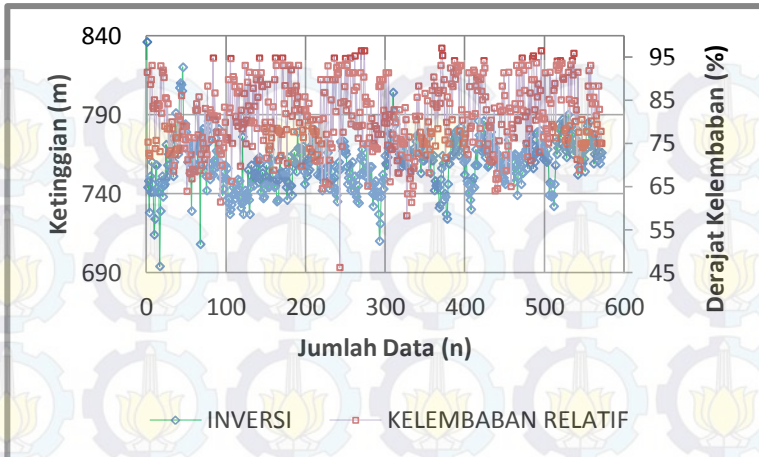
Gambar 4.15 Data Lapisan Inversi Dengan Kelembaban Relatif Musim Penghujan Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.15 adalah data korelasi antara kelembaban relatif dengan lapisan inversi di musim penghujan pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran persentase kelembaban dan ketinggian lapisan inversi.



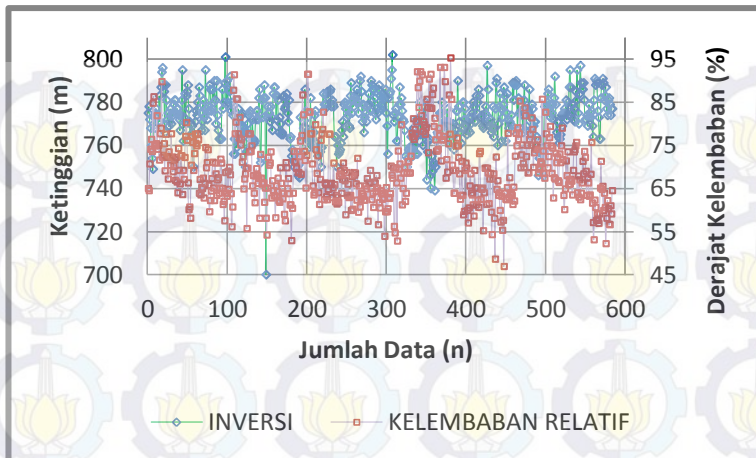
Gambar 4.16 Data Lapisan Inversi Dengan Kelembaban Relatif Musim Kemarau Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.16 adalah data korelasi antara kelembaban relatif dengan lapisan inversi di musim kemarau pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran persentase kelembaban dan ketinggian lapisan inversi.



Gambar 4.17 Data Lapisan Inversi dengan Kelembaban Relatif Musim Penghujan Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.17 adalah data korelasi antara kelembaban relatif dengan lapisan inversi di musim penghujan pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran persentase kelembaban dan ketinggian lapisan inversi.



Gambar 4.18 Data Lapisan Inversi Dengan Kelembaban Relatif Musim Kemarau Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.18 adalah data korelasi antara kelembaban relatif dengan lapisan inversi di musim kemarau pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran persentase kelembaban dan ketinggian lapisan inversi.

Tabel 4.2 Hasil Korelasi Pearson antara Temperatur dan Kelembaban Relatif dengan Lapisan Inversi

PUKUL	Temperatur dengan Lapisan Inversi		Kelembaban Relatif dengan Lapisan Inversi	
0	Penghujan	0.095	Penghujan	-0.030
	Kemarau	-0.169	Kemarau	-0.305
12	Penghujan	0.052	Penghujan	-0.002
	Kemarau	0.030	Kemarau	-0.235

Pembacaan data ini diperlukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara 2 variabel yang sesuai dengan Sarwono, 2006 :

0	: Tidak ada korelasi antara dua variabel
$>0 - 0,2$: Korelasi sangat lemah
$>0,2 - 0,5$: Korelasi cukup
$>0,5 - 0,75$: Korelasi kuat
$>0,75 - 0,99$: Korelasi sangat kuat
1	: Korelasi sempurna

Hasil negatif di dalam data dapat diartikan lapisan inversi ini berbanding terbalik dengan konsentrasi gas yang telah dikorelasikan. Hasil positif di dalam data dapat diartikan lapisan inversi berbanding lurus dengan konsentrasi gas yang telah dikorelasikan.

Berdasarkan data yang dianalisa dan cara interpretasi mengenai hubungan seperti yang dijelaskan sebelumnya dapat ditarik sebuah pernyataan bahwa hasil korelasi ini sangat kecil yaitu sebesar 0,169 untuk temperatur saat musim kemarau, dan 0,095 untuk temperatur saat musim penghujan terhadap lapisan inversi pada pukul 00.00 WIB, dan 0,052 saat musim penghujan dan 0,030 saat musim kemarau pada pukul 12.00 WIB. Hasil korelasi yang kelembaban relatif yaitu sebesar 0,305 untuk kelembaban relatif saat musim kemarau, dan 0,030 untuk kelembaban relatif saat musim penghujan pada pukul 00.00 WIB, sedangkan saat pukul 12.00 WIB, memiliki nilai 0,002 saat musim penghujan dan 0,235 saat musim kemarau.

Bila melihat hasil rata-rata ketinggian lapisan inversi pada pukul 12.00 dan 00.00 WIB, dapat dikatakan pada pukul 00.00 WIB lapisan inversi yang terjadi ini dikarenakan proses adveksi. Sedangkan pada malam hari, kondisi daratan dalam kondisi temperatur rendah karena tidak adanya sinar matahari. Wilayah perkotaan cenderung menggunakan bahan bangunan seperti aspal, beton, dan baja yang memiliki daya penyimpanan panas yang tinggi (Boubel *et al.*, 1994). Kondisi Kota Surabaya merupakan daerah perkotaan yang memiliki gedung dengan karakteristik bangunan *thermal* konduktor. Hal ini akan menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur di permukaan Kota Surabaya terhadap ketinggian. Karakteristik lapisan inversi di Kota Surabaya dimungkinkan adalah *subsidence inversion*, dimana terdapat parcel udara dengan temperatur lebih hangat di atas permukaan bumi. Apabila parcel udara di atas permukaan kota Surabaya yang memiliki temperatur lebih tinggi maka parcel

udara akan turun ke bawah hingga level yang memiliki temperatur yang sama dengan kondisi dalam sistem parcel udara, sehingga rentang ketinggian lapisan inversi akan lebih rendah pada kondisi ini. Rata-rata ketinggian lapisan inversi pada musim kemarau dan musim penghujan di pukul 12.00 WIB berada pada 757 m untuk penghujan dan 772 m pada musim kemarau. Rata-rata ketinggian lapisan inversi pada musim kemarau dan musim penghujan di pukul 00.00 WIB berada pada 767 m untuk penghujan dan 782 m pada musim kemarau. Hal ini diakibatkan temperatur di permukaan pada saat musim kemarau lebih rendah 25.8°C daripada musim penghujan yaitu 26.3°C , sehingga mengakibatkan tingginya lapisan inversi akibat perpindahan udara panas proses adveksi yang berasal angin laut (Barlow, 2014).

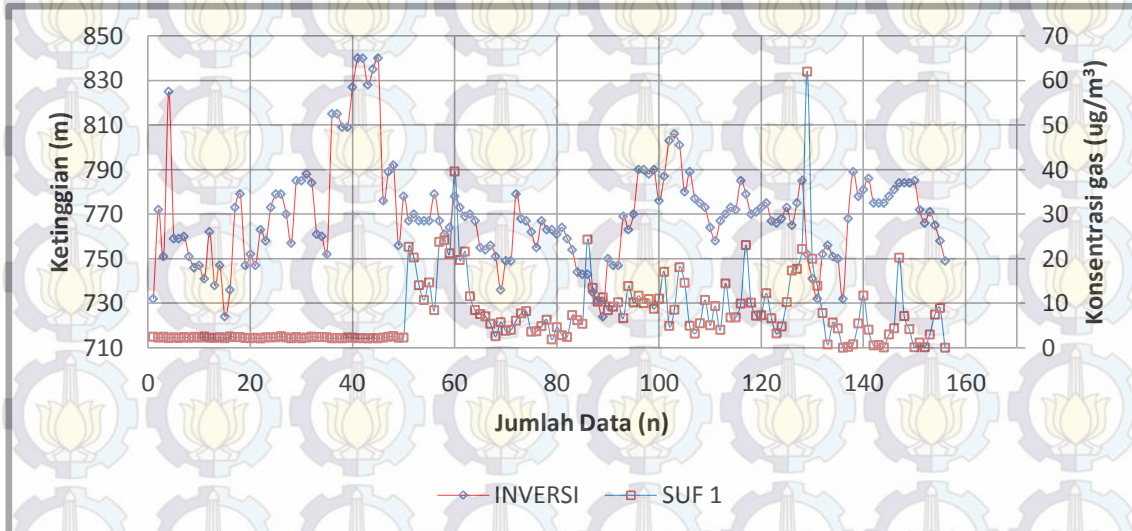
Hasil data bila dilihat berdasarkan musimnya, musim penghujan tetap menghasilkan korelasi yang sesuai dengan teori bahwa berbanding lurus dengan temperatur dan berbanding terbalik dengan kelembaban relatif. Sedangkan pada musim kemarau, temperatur berbanding terbalik karena temperatur cenderung rendah dibandingkan pada musim penghujan sedangkan lapisan inversi semakin tinggi sehingga nilai korelasinya berbanding terbalik. Untuk kelembaban relatif berbanding terbalik dengan lapisan inversi.

Hasil diatas termasuk kategori korelasi cukup sehingga kelembaban relatif dapat dikatakan berkorelasi dengan lapisan inversi pada pukul 12.00 WIB maupun 00.00 WIB pada musim kemarau, sedangkan saat musim penghujan kelembaban relatif berkorelasi sangat lemah dengan lapisan inversi. Untuk temperatur terjadi perbedaan hasil hubungan korelasi karena ada yang bernilai positif dan negatif, sehingga perbandingan hubungannya berbeda saat musim kemarau dan musim penghujan. Sedangkan saat musim kemarau terjadi perbedaan hubungan yaitu berbanding lurus dan terbalik saat pukul 00.00 dan 12.00 WIB hal ini berbeda dengan teori yang menyatakan temperatur berbanding lurus dengan lapisan inversi (Pournazeri *et al.*, 2011). Berdasarkan penelitian Li *et al.*, 2012 terjadi perbedaan korelasi pada siang dan malam pada temperatur dikarenakan perbedaan kondisi meteorologi didekat pantai yaitu tentang lapisan inversi adveksi yang menyebabkan perbedaan

temperatur di permukaan dan di udara. Perbedaan ini menyebabkan temperatur di permukaan lebih dingin dibanding temperatur lapisan inversi, sehingga menyebabkan perbedaan korelasi untuk temperatur pada pukul 00.00 WIB pada musim kemarau.

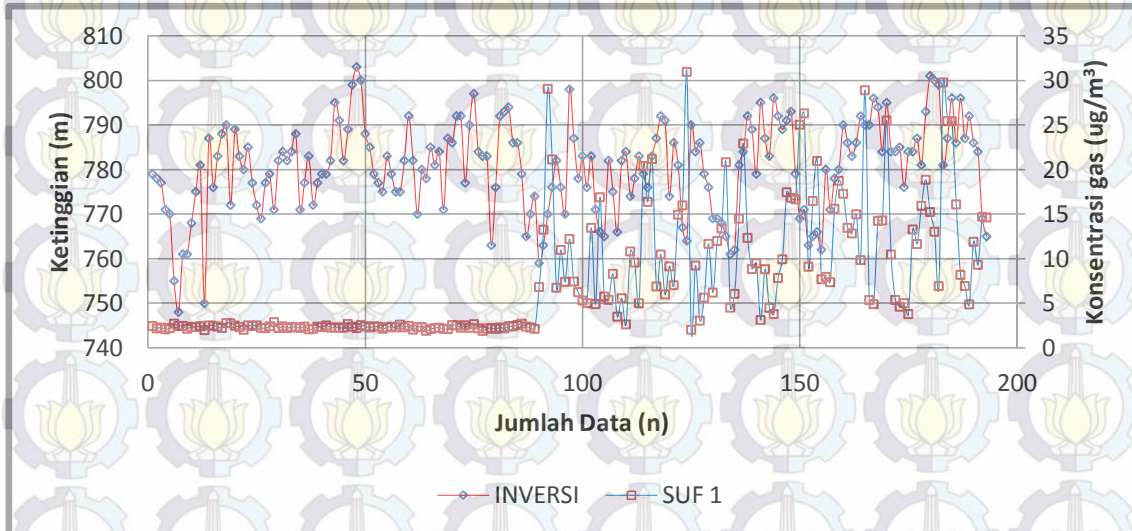
4.3 Korelasi Data Lapisan Inversi dan Konsentrasi Gas Pencemar

Berdasarkan pelingkupan data yang dilakukan sebelumnya, langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah mengkorelasikan data lapisan inversi dengan data gas NO_2 dan O_3 yang ada di Kota Surabaya dengan *Microsoft Excel* yaitu analisa korelasi *Pearson*. Digambarkan dalam grafik data sebelumnya didapat data yang melebihi atau dibawah dari rata-rata secara umum atau bisa dikatakan titik ekstrim, untuk itu data yang terlalu kecil atau terlalu besar dapat diabaikan, untuk mengurangi kesalahan dalam proses korelasi nantinya. Berikut hasil korelasi *Pearson* yang dilakukan dalam Tabel 4.3 hingga Tabel 4.4. Saat mengkorelasikan data yang digunakan yang berasal dari SUF, perlu diperhatikan ketersediaan data dengan konsisten dan memiliki minimum data *error* saat pengukuran. Data *error* dapat dikatakan sebagai data yang memiliki variasi data yang minimum bahkan selalu menghasilkan data yang sama pada jam dan tanggal tertentu dalam jangka waktu yang cukup lama. Setiap parameter kualitas udara menggunakan data dari SUF yang berbeda-beda.



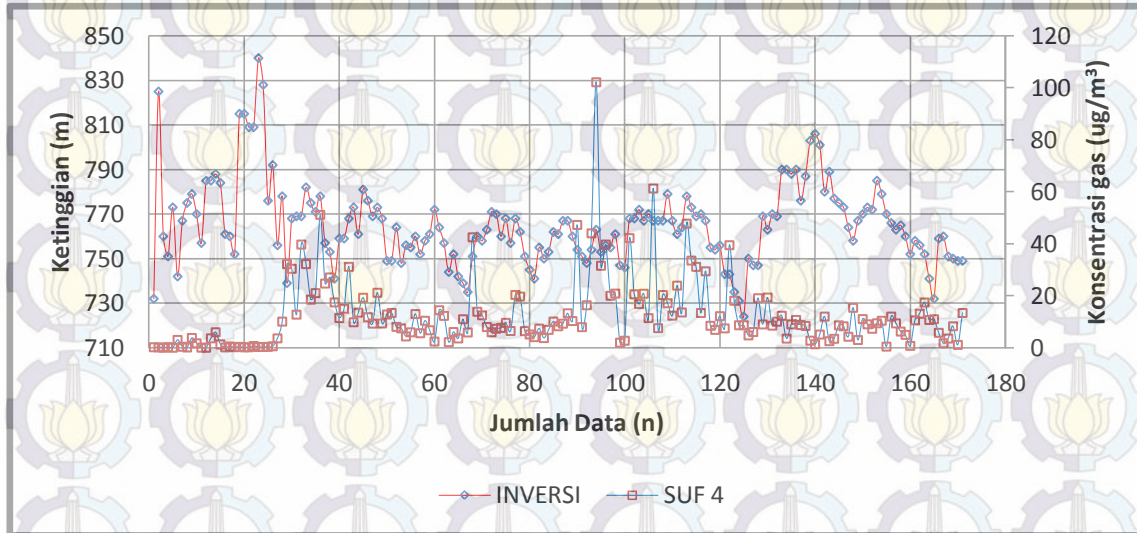
Gambar 4.19 Data Lapisan Inversi Dengan gas NO₂ Musim Penghujan SUF 1 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.19 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO₂ di musim penghujan di SUF 1 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



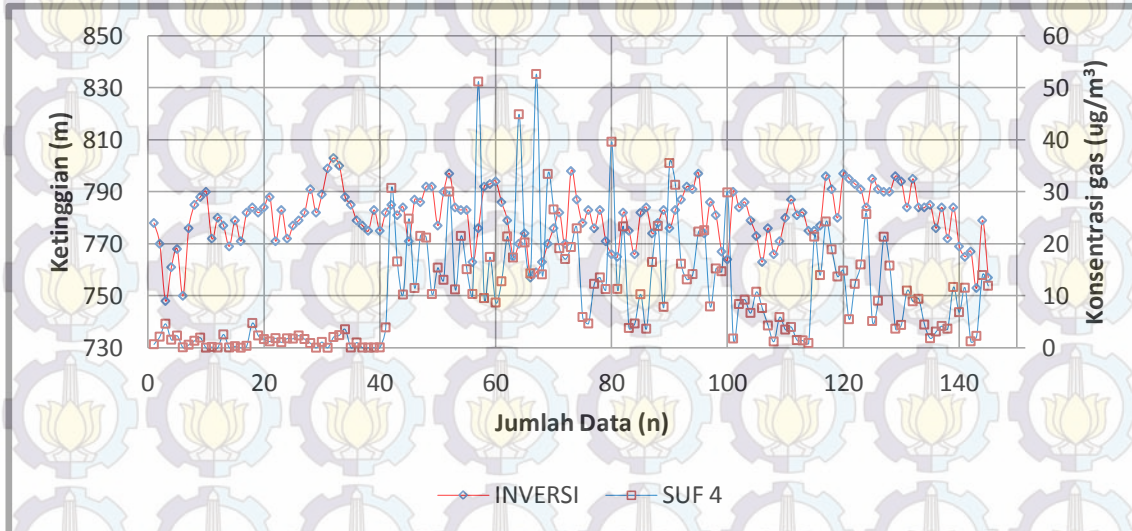
Gambar 4.20 Data Lapisan Inversi Dengan gas NO₂ Musim Kemarau SUF 1 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.20 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO₂ di musim kemarau di SUF 1 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



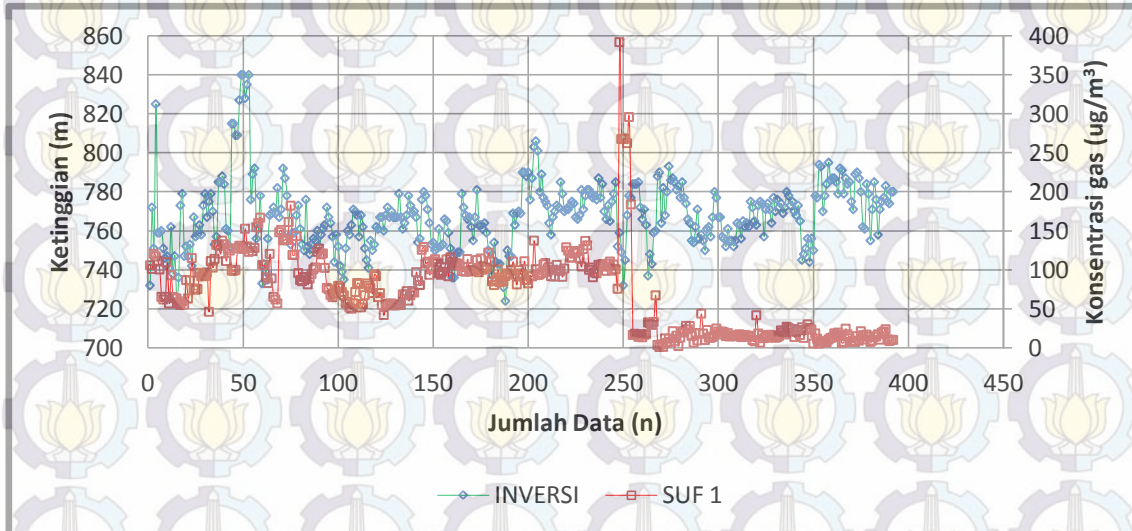
Gambar 4.21 Data Lapisan Inversi Dengan gas NO₂ Musim Penghujan SUF 4 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.21 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO₂ di musim penghujan di SUF 4 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



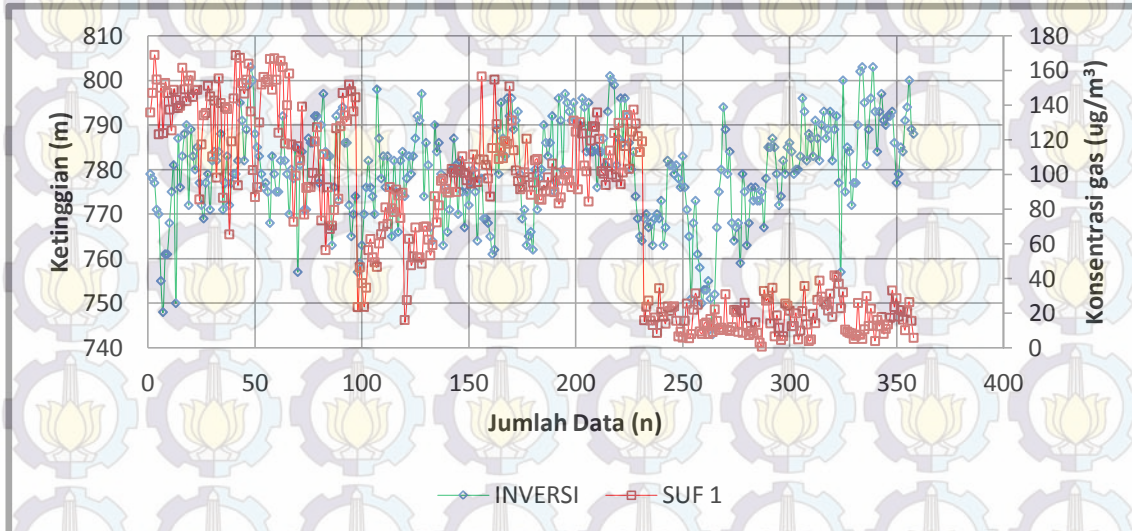
Gambar 4.22 Data Lapisan Inversi Dengan gas NO₂ Musim Kemarau SUF 4 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.22 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO₂ di musim kemarau di SUF 2 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



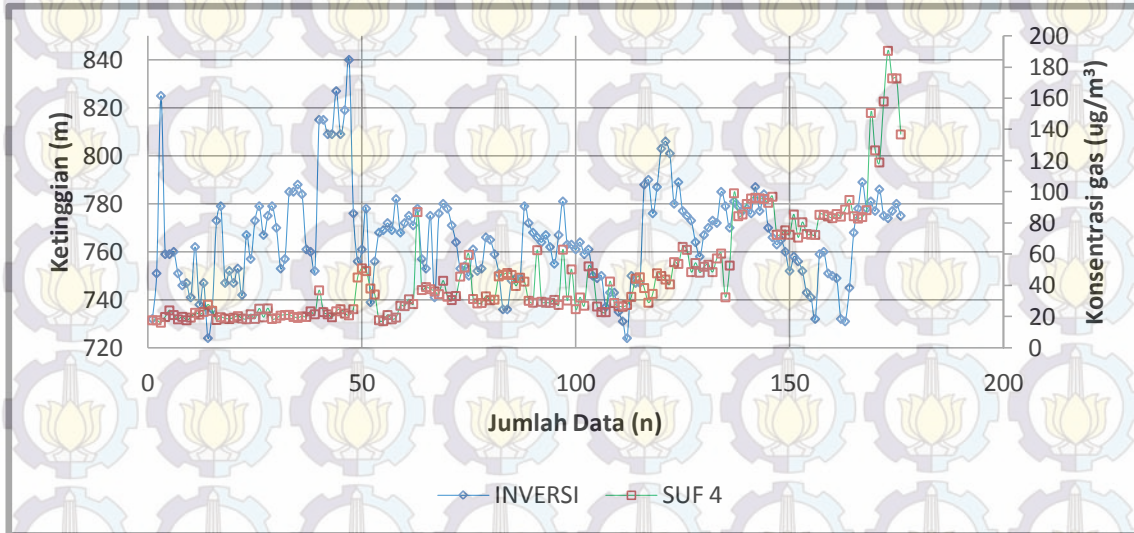
Gambar 4.23 Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 1 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.23 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O_3 di musim penghujan di SUF 1 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



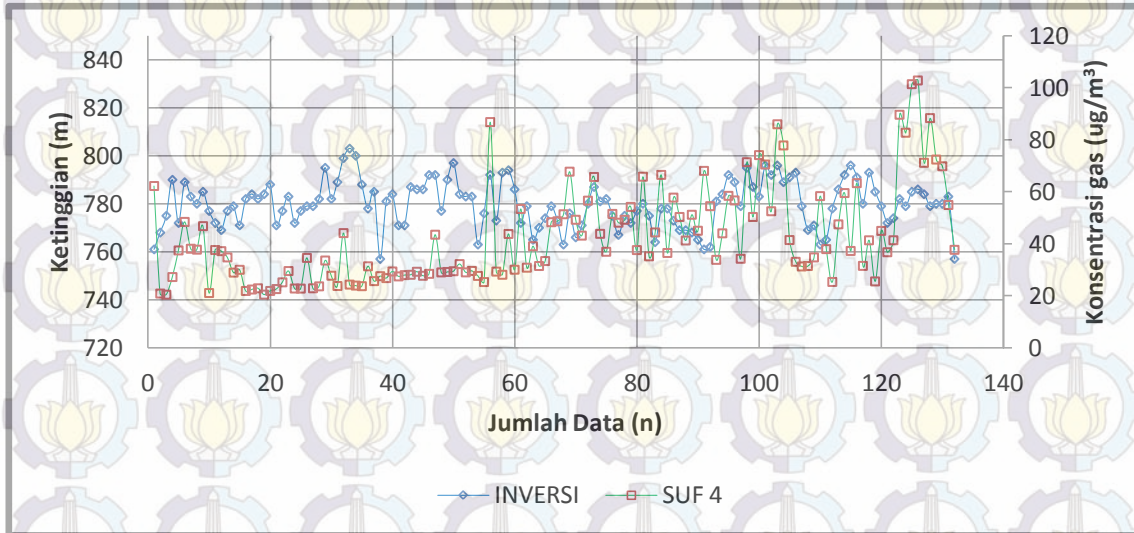
Gambar 4.24 Data Lapisan Inversi Dengan gas O₃ Musim Kemarau SUF 1 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.24 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O₃ di musim kemarau di SUF 1 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



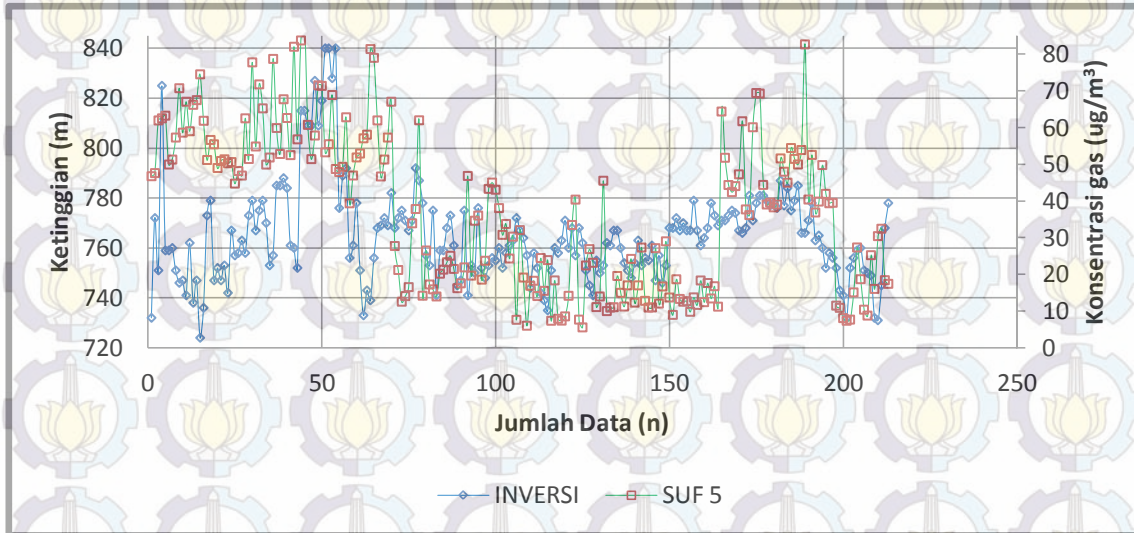
Gambar 4.25 Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.25 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O_3 di musim penghujan di SUF 4 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



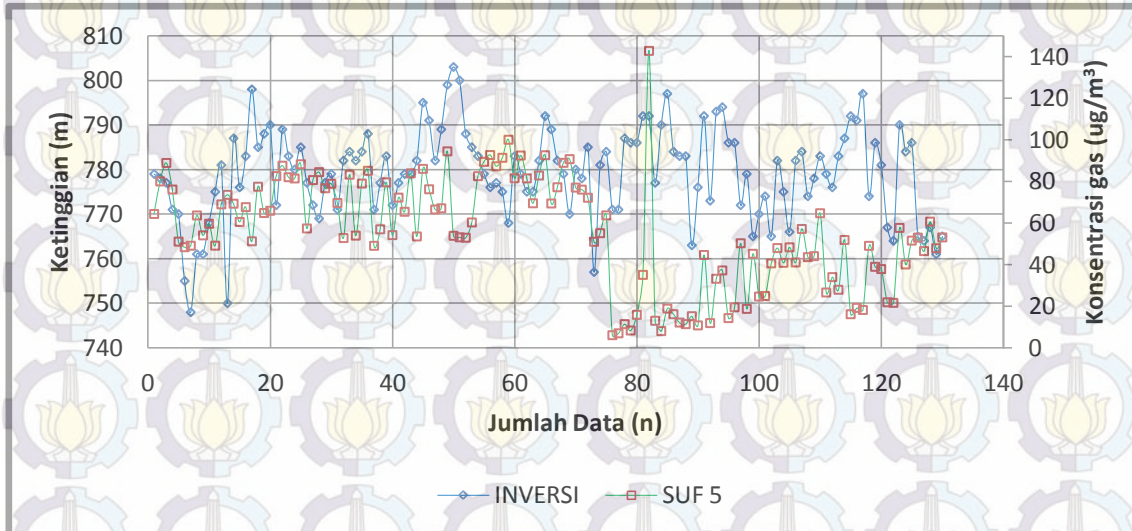
Gambar 4.26 Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 4 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.26 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O_3 di musim kemarau di SUF 4 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



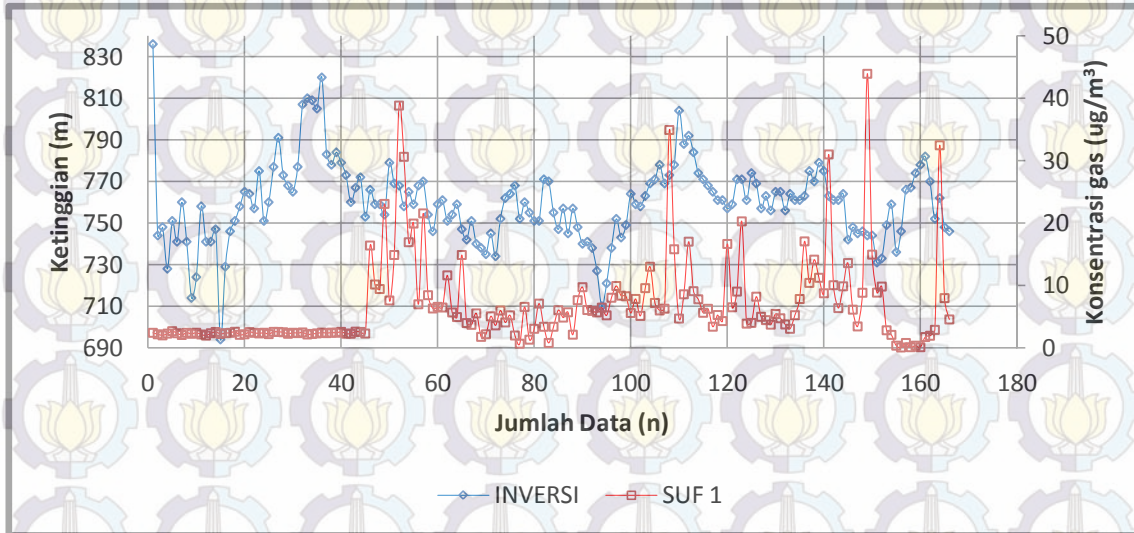
Gambar 4.27 Data Lapisan Inversi Dengan gas O₃ Musim Penghujan SUF 5 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.27 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO₂ di musim penghujan di SUF 5 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



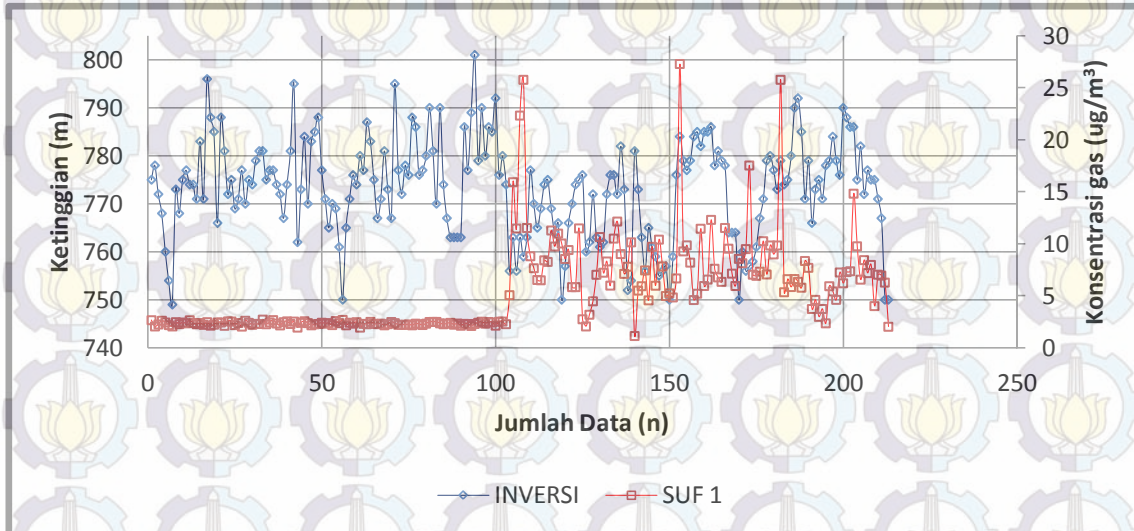
Gambar 4.28 Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 5 Pukul 00.00 WIB

Pada Gambar 4.28 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O_3 di musim kemarau di SUF 5 pada pukul 00.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



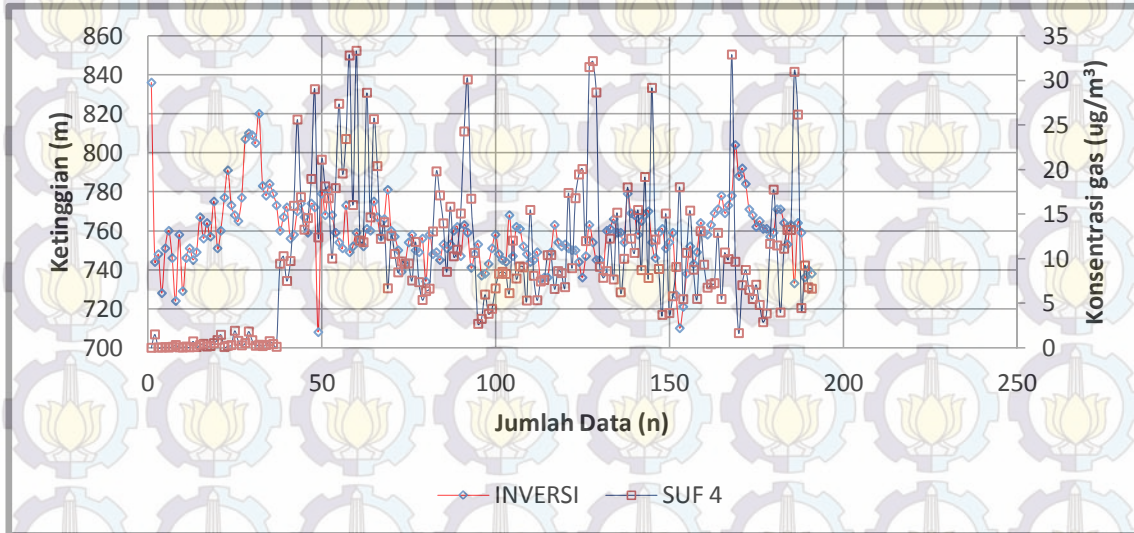
Gambar 4.29 Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Penghujan SUF 1 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.29 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO_2 di musim penghujan di SUF 1 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



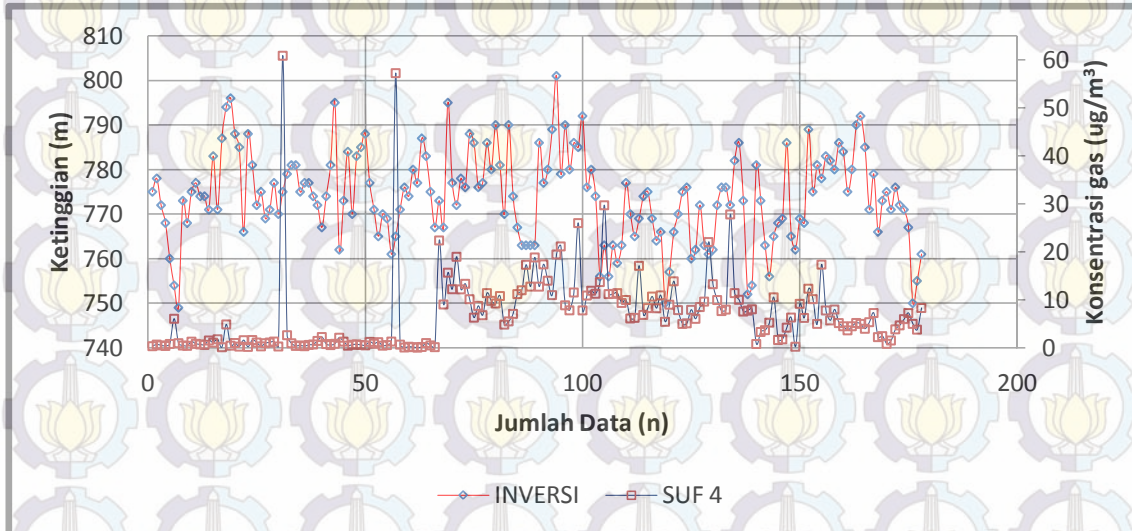
Gambar 4.30 Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Kemarau SUF 1 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.30 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO_2 di musim kemarau di SUF 1 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



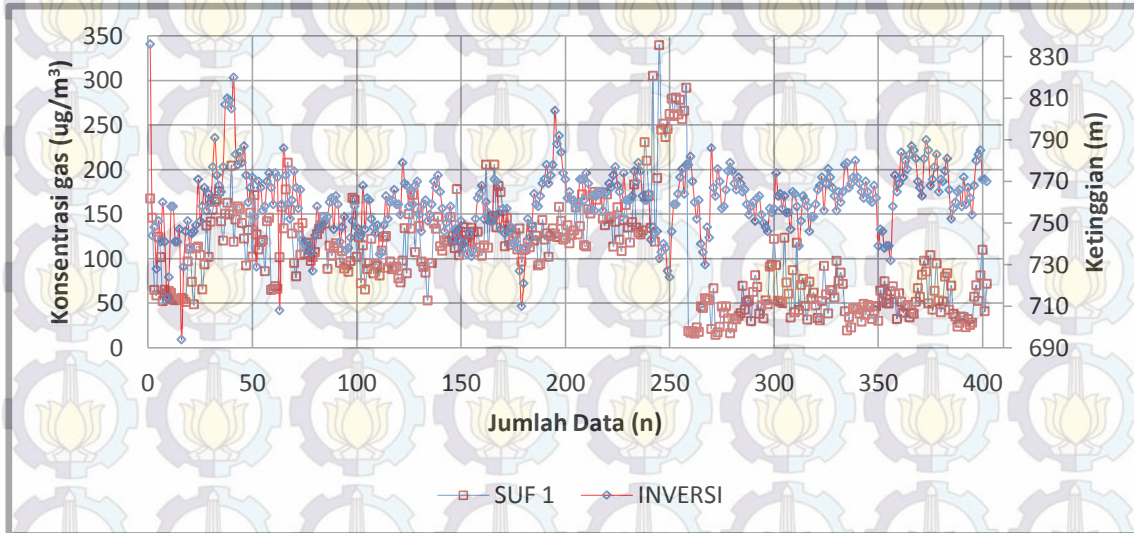
Gambar 4.31 Data Lapisan Inversi Dengan gas NO_2 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.31 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO_2 di musim penghujan di SUF 4 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



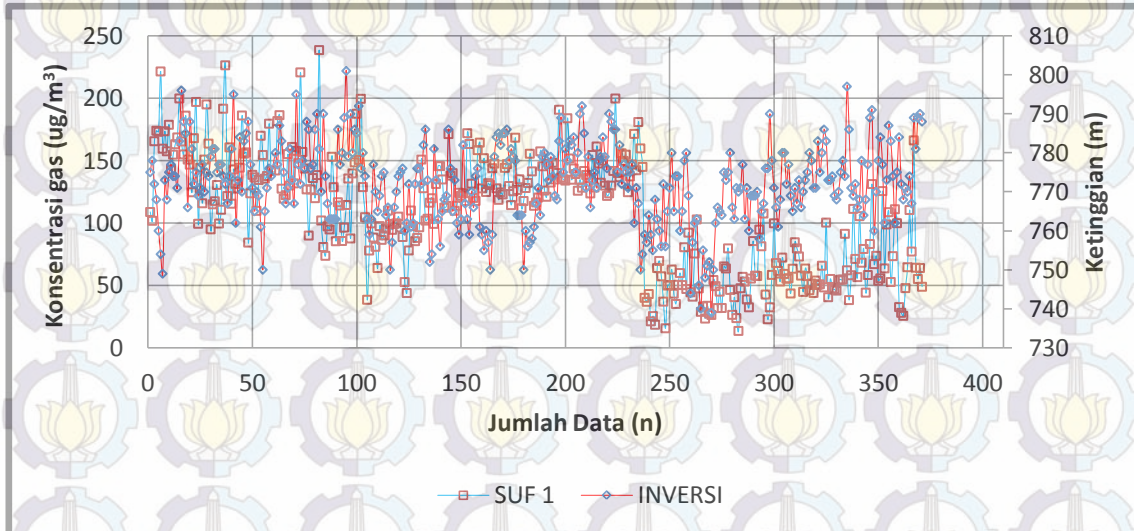
Gambar 4.32 Data Lapisan Inversi Dengan gas NO₂ Musim Kemarau SUF 4 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.32 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO₂ di musim kemarau di SUF 4 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



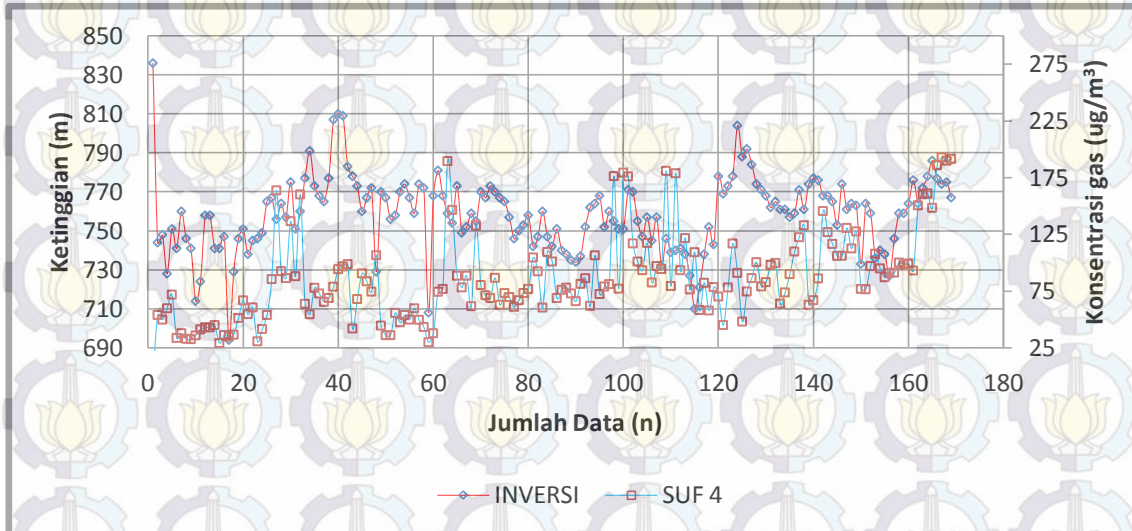
Gambar 4.33 Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 1 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.33 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O_3 di musim penghujan di SUF 1 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



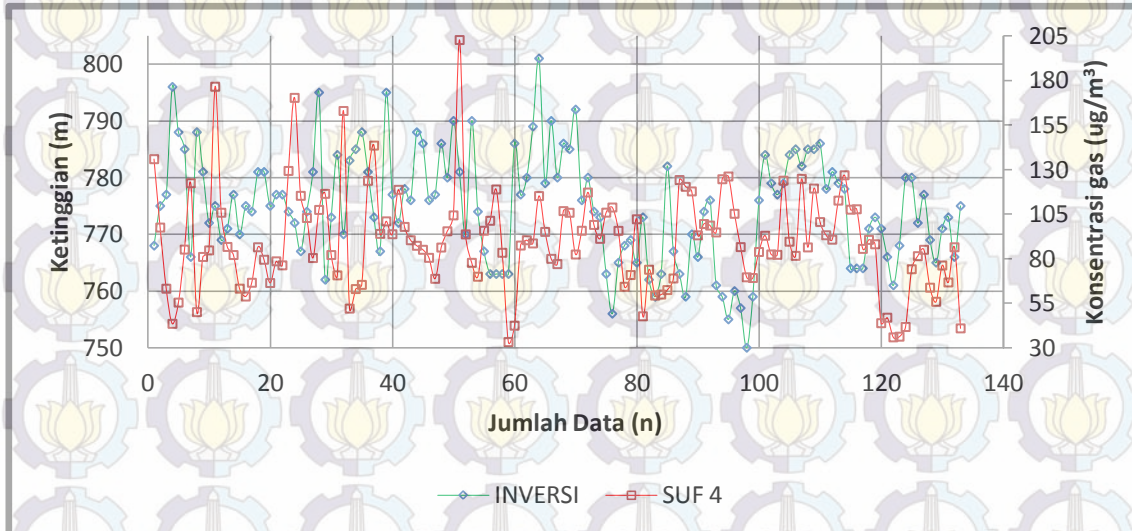
Gambar 4.34 Grafik Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 1 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.34 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O_3 di musim kemarau di SUF 1 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



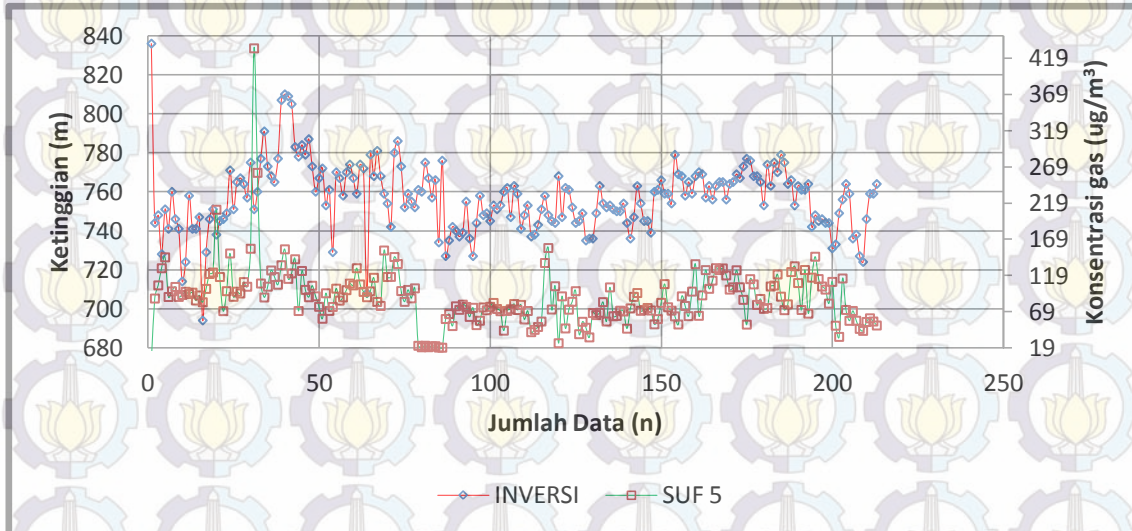
Gambar 4.35 Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.35 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O_3 di musim penghujan di SUF 4 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



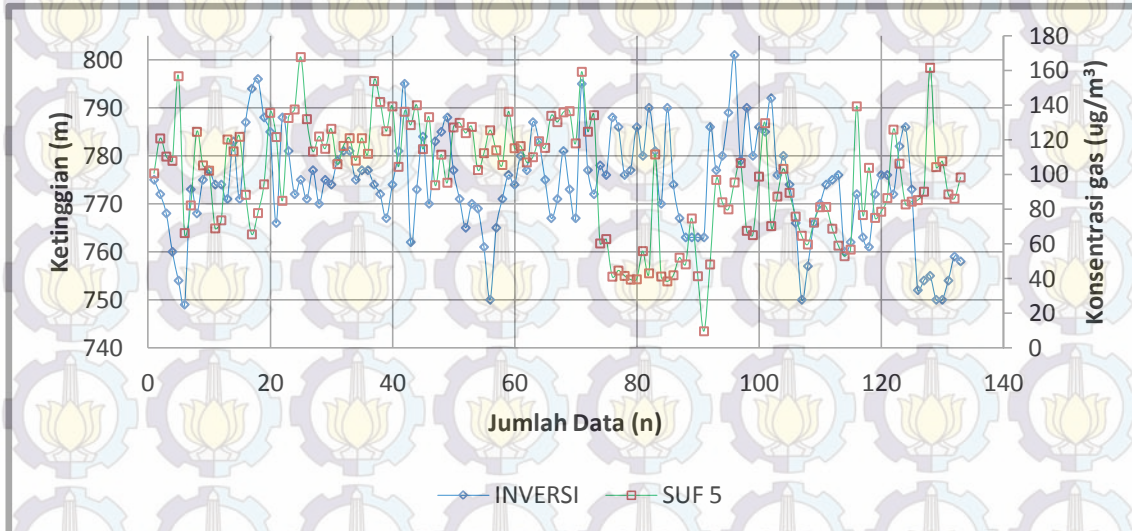
Gambar 4.36 Data Lapisan Inversi Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 4 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.36 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O_3 di musim kemarau di SUF 4 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



Gambar 4.37 Data Lapisan Inversi Dengan gas O₃ Musim Penghujan SUF 5 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.37 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas NO₂ di musim penghujan di SUF 5 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.



Gambar 4.38 Data Lapisan Inversi Dengan gas O₃ Musim Kemarau SUF 5 Pukul 12.00 WIB

Pada Gambar 4.38 adalah data korelasi antara lapisan inversi dengan gas O₃ di musim kemarau di SUF 5 pada pukul 12.00 WIB, data pada gambar ini menggunakan absisnya yaitu *time series* yang digunakan untuk korelasi, sedangkan ordinat 1 dan 2 menggunakan besaran ketinggian lapisan inversi dan konsentrasi gas.

Tabel 4.3 Hasil Korelasi Pearson antara Lapisan Inversi dengan Gas NO₂

PUKUL		Lapisan Inversi dengan NO ₂			
		1		4	
0	Penghujan	-0.083	Penghujan	-0.127	
	Kemarau	-0.006	Kemarau	-0.055	
12	Penghujan	-0.015	Penghujan	-0.121	
	Kemarau	-0.185	Kemarau	-0.068	

Hasil diatas termasuk kategori korelasi sangat lemah sehingga lapisan inversi dapat dikatakan tidak mempengaruhi/ tidak berkorelasi dengan konsentrasi gas NO₂ pada pukul 00.00 dan 12.00 WIB untuk musim penghujan dan kemarau. Untuk lapisan inversi terjadi hasil hubungan korelasi berbanding terbalik sehingga dapat dikatakan lapisan inversi dengan gas NO₂ berbanding terbalik. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan, dapat dikatakan gas NO₂ berbanding terbalik dengan lapisan inversi karena kekuatan sebaran NO₂ yang tidak sampai menuju lapisan inversi (Cormsmeier *et al.*, 2005), sehingga kosentrasi NO₂ akan semakin rendah.

Tabel 4.4 Hasil Korelasi Pearson antara Lapisan Inversi dengan Gas O₃

PUKUL		Lapisan Inversi dengan O ₃					
		1		4		5	
0	Penghujan	-0.044	Penghujan	0.065	Penghujan	0.310	
	Kemarau	0.083	Kemarau	0.068	Kemarau	0.030	
12	Penghujan	-0.028	Penghujan	0.188	Penghujan	0.210	
	Kemarau	0.211	Kemarau	-0.055	Kemarau	-0.054	

Hasil diatas termasuk kategori korelasi cukup sehingga lapisan inversi dapat dikatakan berkorelasi dengan konsentrasi gas O₃ pada pukul 00.00 WIB untuk musim penghujan dan hubungannya dalam kondisi berbanding lurus. Hasil diatas

termasuk kategori korelasi cukup sehingga lapisan inversi dapat dikatakan berkorelasi dengan konsentrasi gas O_3 pada pukul 00.00 WIB untuk musim kemarau dan hubungannya dalam kondisi berbanding lurus pula. Berdasarkan David dan Nair, 2013, menyebutkan bahwa NO_2 berbanding lurus dengan O_3 . Berdasarkan pernyataan diatas NO_2 memiliki korelasi sama dengan O_3 akan tetapi terjadi perbedaan dalam nilai korelasi karena sinar radiasi matahari yang cukup tinggi yang menyebabkan terjadinya reaksi fotokimia (Seinfeld dan Pandis, 1998) dan karena perpindahan secara vertikal (Yates *et al.*, 2014). Korelasi berbanding terbalik sesuai dengan pernyataan Mamtimin dan Meixner (2011), bahwa lapisan inversi akan mengurangi tingkat ketinggian dispersi gas, sehingga membatasi dispersi pencemar yang dilepaskan secara vertikal ke atmosfer. Semakin level ketinggian lapisan inversi mendekati permukaan bumi, semakin kecil area ketinggian pencampuran gas sehingga mengakibatkan proses dispersi polutan minimum dan kualitas udara ambien menjadi buruk. Karena terjadi perbedaan inilah lapisan inversi dengan gas O_3 berbanding lurus.

Berdasarkan hasil analisa di atas, dapat disimpulkan bahwa, lapisan inversi tidak berkorelasi dengan gas NO_2 dan O_3 yang ada di Kota Surabaya dengan kategori sangat lemah berdasarkan nilainya korelasi. Bila berdasarkan hubungan data saat musim penghujan dan kemarau, terjadi berbanding lurus dengan gas O_3 dan berbanding terbalik dengan gas NO_2 .

4.4 Korelasi Data Meteorologi dan Konsentrasi Gas Pencemar

Berdasarkan pelingkupan data yang dilakukan sebelumnya, langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah mengkorelasikan data meteorologi dengan data gas NO_2 , O_3 yang ada di Kota Surabaya dengan *Microsoft Excel* yaitu analisa korelasi *Pearson*. Hasil dari korelasi ini akan dibagi berdasarkan kedua data meteorologis yaitu temperatur dan kelembaban relatif dengan SUF kualitas udara ambien di Kota Surabaya yang digunakan sebagai parameter pencemar setiap gas. Berikut hasil korelasi *Pearson* yang dilakukan antara temperatur dengan gas NO_2 dan O_3 yang ada di Kota Surabaya. Digambarkan dalam grafik sebelumnya didapat data yang melebihi atau dibawah dari rata-

rata secara umum atau bisa dikatakan titik ekstrim, untuk itu data yang terlalu kecil atau terlalu besar dapat diabaikan, untuk mengurangi kesalahan dalam proses korelasi nantinya. Berikut adalah hasil korelasi antara temperatur dengan masing-masing gas di Tabel 4.5 hingga Tabel 4.6, sedangkan hasil korelasi antara kelembaban relatif dengan masing-masing gas Tabel 4.7 hingga Tabel 4.8.

Tabel 4.5 Hasil Korelasi Pearson antara Temperatur dengan Gas NO₂

PUKUL	Temperatur dengan NO ₂			
	1		4	
0	Penghujan	-0.010	Penghujan	-0.019
	Kemarau	-0.245	Kemarau	0.049
12	Penghujan	0.001	Penghujan	0.013
	Kemarau	-0.296	Kemarau	0.105

Berdasarkan data yang telah dikorelasikan, hubungan temperatur saat pukul 00.00 WIB maupun 12.0 WIB berbanding terbalik saat musim musim kemarau dan penghujan, walau saat musim kemarau ditemukan SUF yang memiliki hubungan berbanding lurus. Berdasarkan besaran nilai korelasi yang ada saat musim penghujan dan kemarau tidak ada korelasi/ tidak ada hubungan antara temperatur dengan gas NO₂. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan, dapat dikatakan gas NO₂ berbanding terbalik dengan lapisan inversi sehingga sama pula dengan temperatur karena kekuatan sebaran NO₂ yang tidak sampai menuju lapisan inversi.

Tabel 4.6 Hasil Korelasi Pearson antara Temperatur dengan Gas O₃

PUKUL	Temperatur dengan O ₃					
	1		4		5	
0	Penghujan	0.137	Penghujan	0.181	Penghujan	0.223
	Kemarau	-0.150	Kemarau	0.098	Kemarau	-0.077
12	Penghujan	0.086	Penghujan	0.043	Penghujan	0.180
	Kemarau	0.065	Kemarau	0.158	Kemarau	-0.190

Berdasarkan data yang telah dikorelasikan, hubungan temperatur saat pukul 00.00 WIB berbanding lurus saat musim penghujan dan musim kemarau. Berdasarkan besaran nilai korelasi yang ada saat musim penghujan tidak ada korelasi/ tidak ada hubungan antara temperatur dengan gas O_3 . Perbandingan ini berbeda akibat dari panas dan cahaya matahari (Seinfeld dan Pandis, 1998) dan angin laut yang terjadi. Panas dan cahaya matahari mengakibatkan terjadinya proses fotokimia yang menyebabkan munculnya gas O_3 .

Tabel 4.7 Hasil Korelasi Pearson antara Kelembaban Relatif dengan Gas O_3

PUKUL	Kelembaban Relatif dengan O_3					
	1		4		5	
0	Penghujan	-0.108	Penghujan	-0.124	Penghujan	-0.222
	Kemarau	-0.075	Kemarau	-0.023	Kemarau	0.293
12	Penghujan	-0.064	Penghujan	0.017	Penghujan	-0.235
	Kemarau	-0.194	Kemarau	-0.123	Kemarau	0.052

Berdasarkan data yang telah dikorelasikan, hubungan kelembaban relatif saat pukul 00.00 WIB berbanding terbalik saat musim penghujan dan musim kemarau. Berdasarkan besaran nilai korelasi yang ada saat musim penghujan dan musim kemarau tidak ada korelasi/ tidak ada hubungan antara kelembaban relatif dengan gas O_3 . Berdasarkan data yang telah dikorelasikan, hubungan kelembaban relatif saat pukul 12.00 WIB berbanding terbalik saat musim penghujan dan kemarau. Perbandingan terbalik ini terjadi saat musim kemarau walau ditemukan SUF yang menunjukkan kondisi berbanding lurus. Berdasarkan besaran nilai korelasi yang ada saat musim penghujan dan musim kemarau tidak berkorelasi hubungan antara kelembaban relatif dengan gas O_3 .

Tabel 4.8 Hasil Korelasi Pearson antara Kelembaban Relatif dengan Gas NO₂

PUKUL		Kelembaban Relatif dengan NO ₂		
		1	4	
0	Penghujan	0.100	Penghujan	0.121
	Kemarau	-0.105	Kemarau	-0.167
12	Penghujan	0.009	Penghujan	0.077
	Kemarau	0.078	Kemarau	-0.082

Berdasarkan data yang telah dikorelasikan, hubungan kelembaban relatif saat pukul 00.00 WIB berbanding lurus saat musim penghujan dan musim kemarau. Berdasarkan data yang telah dikorelasikan, hubungan kelembaban relatif saat pukul 12.00 WIB berbanding lurus saat musim penghujan dan musim kemarau. walau saat musim kemarau ditemukan SUF yang memiliki hubungan berbanding lurus. Berdasarkan besaran nilai korelasi yang ada saat musim penghujan dan kemarau tidak berkorelasi antara kelembaban relatif dengan gas NO₂.

4.5 Hasil Korelasi Data Meteorologi dan Lapisan Inversi

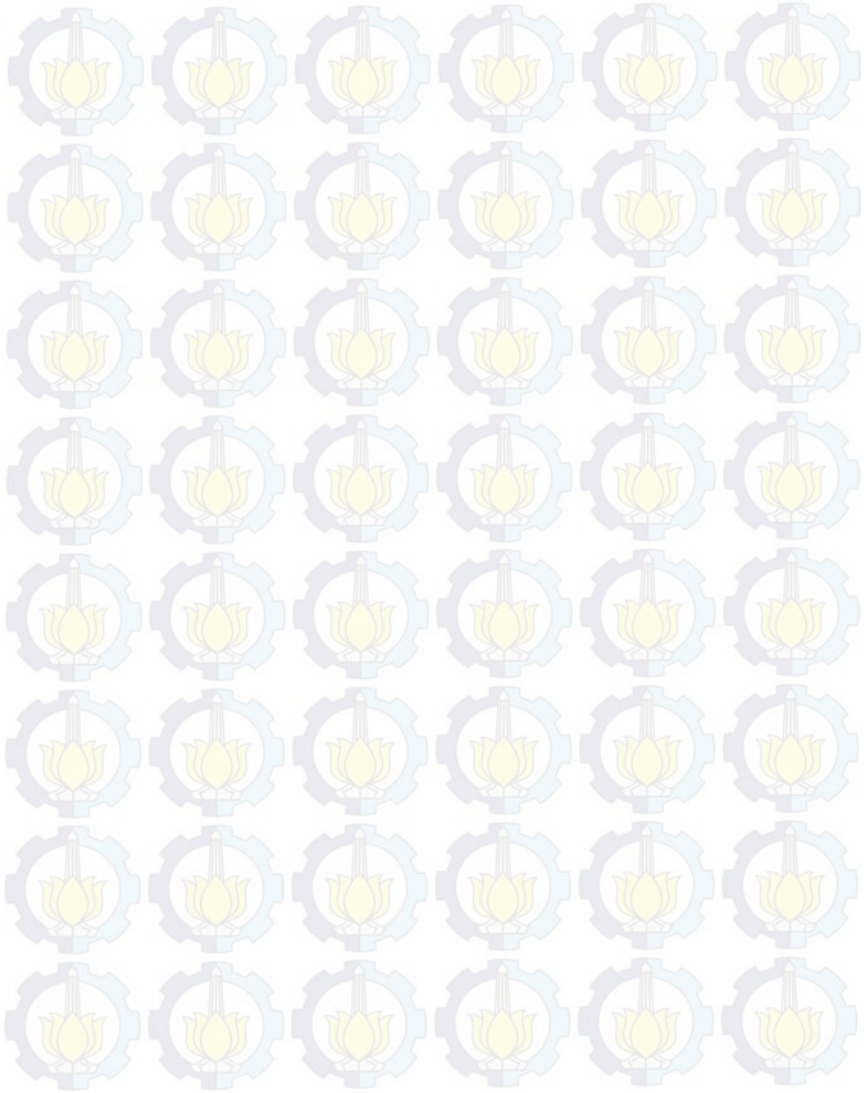
Berdasarkan hasil korelasi sebelumnya, temperatur dan kelembaban relatif tidak berkorelasi dengan lapisan inversi yang ada di Kota Surabaya dalam musim penghujan maupun kemarau. Bila melihat teori yang ada, temperatur dapat dibuktikan bahwa berbanding lurus dengan lapisan inversi, sedangkan kelembaban relatif berbanding terbalik.

Bila melihat hasil korelasi lainnya, lapisan Inversi tidak berkorelasi dengan gas NO₂ dan O₃ yang ada di Kota Surabaya saat musim penghujan atau kemarau. Lapisan inversi berbanding terbalik dengan gas NO₂ dan berbanding lurus dengan gas O₃. Secara hubungan terjadi korelasi gas NO₂ dan O₃ memiliki korelasi yang sama akan tetapi bertolak belakang dengan hasil karena panas dan sinar matahari maupun angin laut yang terjadi karena Kota Surabaya berada di pinggir laut, ataupun karena pergerakan vertical dari gas NO₂.

Sedangkan hasil korelasi antara temperatur dan kelembaban relatif dengan gas NO₂ dan O₃ yang ada di Kota

Surabaya menunjukkan kondisi tidak berkorelasi saat musim penghujan atau kemarau. Hubungan temperatur dengan gas NO_2 memiliki hubungan berbanding terbalik dan dengan gas O_3 memiliki hubungan berbanding lurus. Untuk kelembaban relatif dengan gas NO_2 memiliki hubungan berbanding lurus dan dengan gas O_3 memiliki hubungan berbanding terbalik. Untuk gas NO_2 terjadi kasus yang berbeda karena kekuatan sebaran NO_2 yang tidak sampai menuju lapisan inversi. Secara hubungan terjadi perbedaan korelasi karena hal yang sama yaitu panas dan sinar matahari yang menyebabkan konsentrasi gas pencemar NO_2 bereaksi fotokimia yang mengeluarkan gas O_3 dan juga dikarenakan kekuatan sebaran NO_2 yang tidak sampai menuju lapisan inversi dibandingkan gas O_3 . Selain itu disebabkan oleh kondisi lapisan inversi *subsidence* yang mempengaruhi konsentrasi gas pencemar yang ada di Kota Surabaya. Lapisan inversi *subsidence* adalah lapisan hangat yang menyelimuti lapisan udara yang lebih dingin yaitu permukaan bumi akibat kompresi dari lapisan di atasnya. Hal tersebut dimungkinkan karena kondisi Kota Surabaya yang berada di tepi laut dan berbatasan dengan Selat Madura.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan Penelitian

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Berdasarkan hasil korelasi sebelumnya, temperatur dan kelembaban relatif tidak berkorelasi dengan lapisan inversi yang ada di Kota Surabaya dalam musim penghujan maupun kemarau.
2. Lapisan Inversi tidak berkorelasi dengan gas NO_2 dan O_3 yang ada di Kota Surabaya saat musim penghujan atau kemarau.
3. Hasil korelasi antara temperatur dan kelembaban relatif dengan gas NO_2 dan O_3 yang ada di Kota Surabaya menunjukkan kondisi tidak berkorelasi saat musim penghujan atau kemarau.
4. Temperatur berbanding lurus dengan lapisan inversi, sedangkan kelembaban relatif berbanding terbalik dengan lapisan inversi.
5. Lapisan inversi berbanding terbalik dengan gas NO_2 dan berbanding lurus dengan gas O_3 .
6. Temperatur berbanding terbalik dengan gas NO_2 dan berbanding lurus dengan gas O_3 , sedangkan kelembaban relatif berbanding lurus dengan gas NO_2 dan berbanding terbalik dengan gas O_3 .
7. Hubungan korelasi ada yang terjadi berkebalikan dikarenakan pengaruh lapisan inversi *subsidence* yang terjadi di Kota Surabaya dan sinar dan panas matahari dan gas NO_2 yang tidak dapat terdispersi ke atmosfer karena kekuatan sebaran NO_2 yang tidak sampai menuju lapisan inversi.

5.2 Saran Untuk Penelitian Selanjutnya

Saran dari penelitian kali ini untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya yang dapat diberikan yaitu:

- Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan analisis data dengan waktu yang cukup panjang dikarenakan banyaknya data yang dianalisis.
- Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya terkait reaksi fotokimia terhadap gas pencemar pada siang maupun malam hari di Kota Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011a. Status Lingkungan Hidup Daerah (SLHD) Kota Surabaya 2011. Surabaya : Badan Lingkungan Hidup.
- Anonim. 2012. Meteorologi Kota Surabaya. Surabaya: Badan Meteorologi Geofisika I Juanda.
- Anonim. 1999. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta.
- Anonim. 2014. *Tentang Meteorologi?*. (http://www.meteorologi.juanda.info/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=34). Diakses pada Tanggal 4 September 2014, Surabaya.
- Anonim. 2014. *Why The Air Gets Trapped*. (http://www.valleyair.org/newsd/ca_primer/bigpicture/iii4.html). Diakses pada Tanggal 2 September 2014, Surabaya.
- Arianto, A. 2001. *Toksikologi Lingkungan* in Khairiah. *Analisis Konsentrasi Debu Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Sekitar Pabrik Semen Di Desa Kuala Indah Kecamatan Sei Suka Kabupaten Batu Bara Tahun 2012*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Atash, F. 2007. *The Deterioration of Urban Environments in Developing Countries: Mitigating the Air Pollution Crisis in Tehran, Iran* in Vafa-Arani, Hamed., Jahani, Salman., Dashti, Hossein., Heydari, Jafar., Moazen, Saeed. *A System Dynamics Modeling for Urban Air Pollution: A Case Study of Tehran, Iran*. Transportation Research Part D : Transport and Environment Volume 31, 21-36.
- Bachtiar, V.S., Davies, F., Danson, F.M. 2014. *A Combined Model For Improving Estimation Of Atmospheric Boundary Layer Height*. Atmospheric Environment 98, 461-473.
- Barlow, Janet F. 2014. *Progress in Observing And Modelling The Urban Boundary Layer*. Urban Climate Volume 10, 216-240.
- Baxter, Robert. 1990. *Determination of Mixing Heights From Data Collected during the 1985 SCCAMP Field Program*. Journal Of Applied Meteorology Volume 30, 598 – 605.

- Briney, Amanda. 2014. *Temperature Inversion Layers*. (<http://geography.about.com/od/climate/a/inversionlayer.html>). Diakses pada Tanggal 2 September 2014. Surabaya.
- Boubel, R.W., Fox D. L., Turner, D.B., Stern A.C. 1994 *Fundamental of Air Pollution*. London: Academic Press.
- Colette, Augustin., Chow, Fotini Katopodes., Street, Robert L. 2003. *A Numerical Study of Inversion-Layer Breakup and the Effects of Topographic Shading in Idealized Valleys*. California : Stanford University.
- Corsmeiera, U., Behrendta, R., Drobinskib, Ph., Kottmeiera, Ch. 2005. *The Mistral And Its Effect On Air Pollution Transport And Vertical Mixing*. Atmospheric Research Volume 74, 275-302.
- David, Liji Mary., Nair, Prabha R. 2013. *Tropospheric Column O3 And NO2 Over The Indian Region Observed By Ozone Monitoring Instrument (OMI): Seasonal Changes And Long-Term Trends*. Atmospheric Environment Volume 65, 25-39.
- Day, D.E., Malm, W.C., Kreidenweis, S.M., 2000. *Aerosol light scattering measurements as a function of relative humidity*. Journal AirWaste Manag. Assoc. Volume 50, 710-716.
- Devasthale, Abhay., Thomas, Manu Anna. 2012. *An Investigation of Statistical Link Between Inversion Strength and Carbon Monoxide Over Scandinavia in Winter using AIRS Data*. Atmospheric Environment Volume 56, 109-114.
- Dian J. Seidel, Chi O. Ao, Kun Li. 2010. *Estimating Climatological Planetary Boundary Layer Heights From Radiosonde Observations: Comparison Of Methods And Uncertainty Analysis*. Journal Of Geophysical Research Volume 115, 1-15
- Fadholi, Akhmad. 2012. *Analisa Kondisi Atmosfer pada Kejadian Cuaca Ekstrem Hujan Es (Hail)*. Simetri Jurnal Ilmu Fisika Indonesia Volume 1, 74-80.
- Ferrero, L., Riccio, A., Perrone M. G., Sangiorgi, G., Ferrini B. S., Bolzacchini, E. 2011. *Mixing Height Determination By Tethered Balloon-Based Particle Soundings And*

- Modeling Simulations*. Atmospheric Research Volume 102, 145-156
- Gaffen, D.J., Elliot, W.P., Robock, A., 1992. *Relationship between tropospheric water vapour and surface temperature as observed by radiosondes*. Geophys. Res. Lett. Volume 19, 1839–1842.
- Griffin, Steve. 2014. *Temperature Inversions*. (<http://www.Brisbanehotairballooning.com.au/faqs/education/121-temperature-inversions.html>). Diakses pada Tanggal 2 September 2014. Surabaya.
- Grundstorm, M., Linderholm, H. W., Klingberg, J., Pleijel, H. 2011. *Urban NO₂ And NO Pollution In Relation To The North Atlantic Oscillation NAO*. Atmospheric Environment Volume 45, 883-888.
- Hastuadi, Harsa. 2014. *Data BMKG Juanda dan Perak I Kota Surabaya*. Surabaya.
- Helmis, C.G., Sgouros, G., Flocas, H., Schäfer, K., Jahn C., Hoffmann, M., Heyder, Ch., Kurtenbach, R., Niedojadlo, A., Wiesen, P., O'Connor d, M., Anamaterou E. 2011. *The Role Of Meteorology On The Background Air Quality At The Athens International Airport*. Atmospheric Environment Volume 45, 5561-5571.
- Huber, Anna., Agus. 2004. *Inversion Layer*. (http://www.csun.edu/~hmc60533/CSUN_103/weather_exercises/soundings/smog_and_inversions/Inversions.html). Diakses pada Tanggal 2 September 2014. Surabaya.
- Johnsen, K.P., Rockel, B., 2001. *Validation of a regional weather forecastmodel with GPS data*. Phys. Chem. Earth B Hydrol. Oceans Atmos. Volume 26, 415–419.
- Li, Yuning., Yan, Jiping., Sui, Xingbin. 2012. *Tropospheric Temperature Inversion Over Central China*. Atmospheric Research Volume 116, 105–115.
- Mamtimin, B., dan Meixner, F.X. 2011. *Air Pollution and Meteorological Process in The Growing Dryland City of Urumqi (Xinjiang, China)*. Science of Total Environment Volume 409, 1277-1290.
- Mukono. 2005. *Toksikologi Lingkungan* in Khairiah. *Analisis Konsentrasi Debu Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Sekitar Pabrik Semen Di Desa Kuala*

- Indah Kecamatan Sei Suka Kabupaten Batu Bara Tahun 2012*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Mulia, R. M. 2005. *Kesehatan Lingkungan in Khairiah. Analisis Konsentrasi Debu Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Sekitar Pabrik Semen Di Desa Kuala Indah Kecamatan Sei Suka Kabupaten Batu Bara Tahun 2012*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Muzayanah. 2012. *Rencana Disertasi Serapan Karbon Dioksida Oleh Green Barrier (Studi Kasus Jalan Bebas Hambatan Surabaya-Sidoarjo)*. Malang : Universitas Brawijaya Malang.
- Mycock, John.C., McKenna, John.D., Theodore, Louis. 1995. *Handbook of Air Polution Control Engineering and Technology*. New York : Lewis Publisher, Inc.
- Sari, Novi Kartika. 2015. *Penentuan Korelasi Perubahan Tekanan Udara dan Curah Hujan Terhadap Lapisan Inversi dan Hubungannya Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya*. ITS : Surabaya.
- Sarwono, Jonathan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Seinfeld, J.H., Pandis, S.N., 1998. *Atmospheric Chemistry and Physics: from Air Pollution to Climate Change*. Wiley : USA.
- Seinfeld, J.H. 1986. *Atmospheric Chemistry and Physics of Air Polution*. California: Wiley Interscience Publication.
- Srivastava, Shuchita., Lal, S., Subrahmanyam, D. Bala., Gupta, S., Venkataramani, S., Rajesh, T.A. 2010. *Seasonal variability in mixed layer height and its impact on trace gas distribution over a tropical urban site: Ahmedabad*. Atmospheric Research Volume 96, 79–87.
- Stull, R.B. 1998. *An Introduction to Boundary Layer Metereology* in Wang, X. Y., Wang K.C. *Estimation of Atmospheric Mixing Layer Height from Radiosonde Data*. Atmospheric Measurement Techniques Volume 7, 1701-1709.
- Sudjana. 1995. *Metode Statistika*. Bandung : L Tarsito
- Susanto, Joko Prayitno. 2005. *Kualitas Udara Beberapa Kota di Asia (Monitoring Kandungan Udara Ambien dengan Passive Sampler)*. Jurnal Elektronik BPPT Volume 1, 324-329.

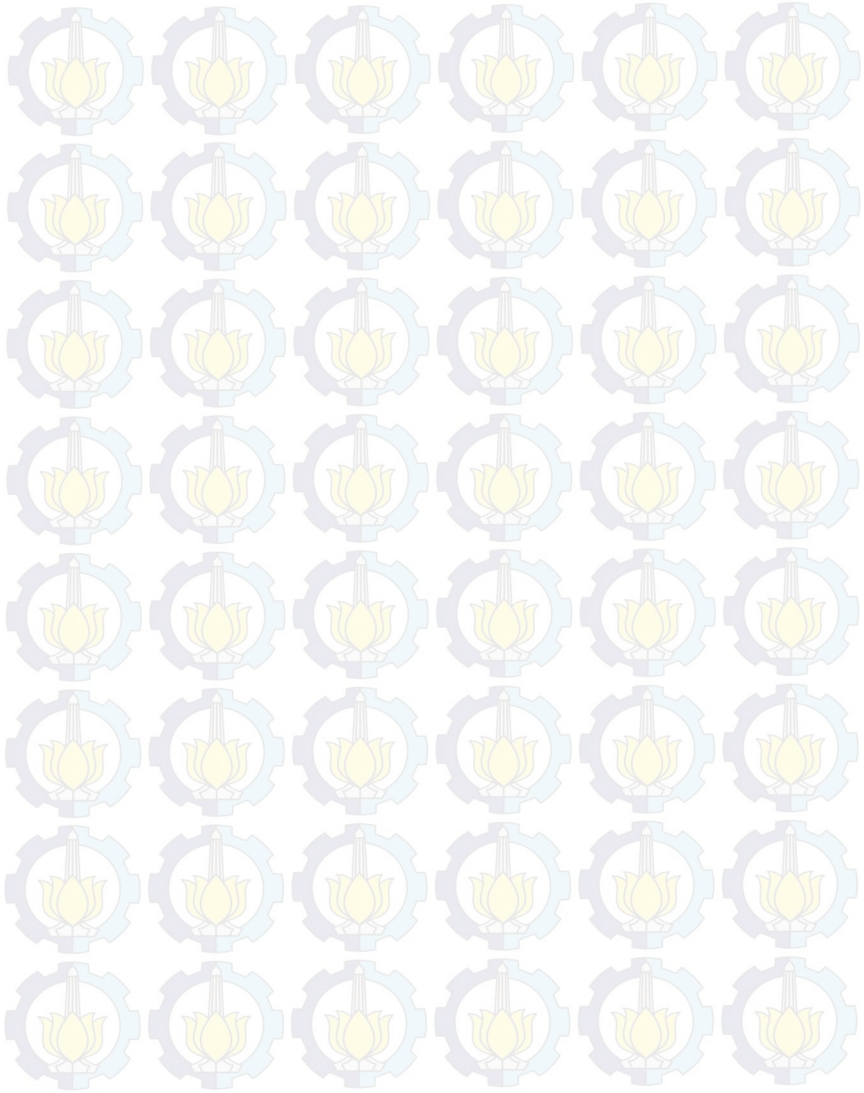
Tennekes, H. 1973. *A Model for the Dynamics of the Inversion Above a Convective Boundary Layer*. Journal of the Atmospheric Sciences Volume 30, 558-567.

Wikandari, Ni Putu Isana. 2015. *Penentuan Korelasi Kecepatan Angin dan Kekuatan Radiasi Terhadap Ketinggian Lapisan Inversi dan Hubungannya dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya*. ITS : Surabaya.

Yates, Emma L., Iraci, Laura T., Austerberry, David., Pierce, R. Bradley., Roby, Matthew., Tadi, Jovan M., Loewenstein, Max., Gore, Warren. 2014. *Characterizing The Impacts Of Vertical Transport And Photochemical Ozone Production On An Exceedance Area*. Atmospheric Environment Volume XXX, 1-9.

Za, Adlan. 2013. *Atmosfer dan Hidrosfer*. ([http:// dzakibelajar .blogspot.com /2013 /06/ atmosfer -dan-hidrosfer.html](http://dzakibelajar.blogspot.com/2013/06/atmosfer-dan-hidrosfer.html)). Diakses pada Tanggal 4 September 2014, Surabaya.

Halaman ini Sengaja Dikosongkan



Lampiran

Contoh Data Temperatur, dan Kelembaban Relatif dalam Bulan Januari 2009

TANGGAL	JAM	TEMPERATUR	KELEMBABAN RELATIF	TANGGAL	JAM	TEMPERATUR	KELEMBABAN RELATIF
1/1/2009	12	28	81.3	1/1/2009	0	26	91.5
1/2/2009	12	26	91.5	1/2/2009	0	26.4	85.1
1/3/2009	12	30	71.1	1/3/2009	0	26.8	79.2
1/4/2009	12	26.6	88.3	1/4/2009	0	26.2	82.1
1/5/2009	12	27.4	81.2	1/5/2009	0	26.4	88.3
1/6/2009	12	26.4	83.6	1/6/2009	0	25.6	89.8
1/7/2009	12	27.6	79.8	1/7/2009	0	25.9	86.6
1/8/2009	12	25	92.5	1/8/2009	0	27.4	81.7
1/9/2009	12	26.2	85.1	1/9/2009	0	25	92
1/10/2009	12	25.4	83.5	1/10/2009	0	25.7	82
1/11/2009	12	24.6	87	1/11/2009	0	26.2	82.1
1/12/2009	12			1/12/2009	0	25	92
1/13/2009	12	25.6	86.6	1/13/2009	0	24.8	91.4
1/14/2009	12	26.2	86.7	1/14/2009	0	25.2	86.1
1/15/2009	12	27.5	73.3	1/15/2009	0	25	86
1/16/2009	12	25.2	92	1/16/2009	0	26.2	83.6
1/17/2009	12	28	78.4	1/17/2009	0	26	79.1

TAN GGA L	J A M	TEMPE RATUR	KELEM BABAN RELATI F	TAN GGA L	J A M	TEMPE RATUR	KELEM BABAN RELATI F
1/18/ 2009	12	28.8	72.2	1/18/ 2009	0	25.8	83.5
1/19/ 2009	12	27	88.8	1/19/ 2009	0	26.1	94.8
1/20/ 2009	12	28	79.9	1/20/ 2009	0	26.4	82.1
1/21/ 2009	12	28.8	75.3	1/21/ 2009	0	26	91.5
1/22/ 2009	12	29	72.7	1/22/ 2009	0	26.4	85.1
1/23/ 2009	12	28.6	72.2	1/23/ 2009	0	27.2	82.7
1/24/ 2009	12	27	81.2	1/24/ 2009	0	26	86.6
1/25/ 2009	12	26.5	87.2	1/25/ 2009	0	25.4	93.1
1/26/ 2009	12	28.4	77.1	1/26/ 2009	0	26	86.6
1/27/ 2009	12	27	82.7	1/27/ 2009	0	26.2	85.1
1/28/ 2009	12	28.2	82.8	1/28/ 2009	0	26	88.2
1/29/ 2009	12	25	88.7	1/29/ 2009	0	26.7	80.2
1/30/ 2009	12	26	89.8	1/30/ 2009	0	26	86.6
1/31/ 2009	12	25.8	88.2	1/31/ 2009	0	24.6	93

Contoh Data Mentah Lapisan Inversi Tanggal 1 Januari 2009

Tanggal: 2009-01-01, jam: 0		
Pressure	Height	Temperature
100	16440	-78.1
108	-	-76.9
110	-	-76.5
117	-	-75.4

Tanggal: 2009-01-01, jam: 0		
Pressure	Height	Temperature
150	14120	-70.3
179	-	-61.3
186	-	-59.4
195	-	-56.6
200	12350	-55.1
205	-	-53.8
225	-	-48.6
236	-	-45.7
250	1880	-42.1
258	-	-40.4
259	-	-40.1
282	-	-35.3
294	-	-32.8
300	9620	-31.5
305	-	-30.3
321	-	-28.4
334	-	-26.5
349	-	-24.3
363	-	-22.3
400	7510	-16.9
411	-	-15.8
415	-	-14.7
500	5800	-6.5
548	-	-3.3
584	-	0.3
595	-	1.1
607	-	2.1

Tanggal: 2009-01-01, jam: 0		
Pressure	Height	Temperature
687	-	8.6
700	194	9.6
730	-	11
757	-	12.2
781	-	12.4
785	-	13.5
814	-	14.8
850	1460	16.4
906	-	20.1
925	732	21.4
938	-	21.6
944	-	22.2
971	-	22
1000	51	22.4
1002	-	22.4
1007	-	0
1007	-	24.8
1007	surface	24.8
tropopause	110	-82.1

Contoh Data Mentah Konsentrasi Gas Pencemar O₃ Tanggal 1 Januari 2009

Waktu / Time GMT+7 (WIB)	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya
	SUF1	SUF2	SUF3	SUF4	SUF5
	Taman Prestasi	Perak Timur	Sukomanunggal	Gayungan	Gebang Putih
0:30	104.14	--- A)1)	--- A)1)	17.28	46.96
1:00	105.17	--- A)1)	--- A)1)	17.62	46.88
1:30	106.41	--- A)1)	--- A)1)	17.51	46.91
2:00	107.38	--- A)1)	--- A)1)	17.17	47.10
2:30	112.03	--- A)1)	--- A)1)	17.33	46.47
3:00	111.61	--- A)1)	--- A)1)	16.73	48.54
3:30	111.62	--- A)1)	--- A)1)	17.10	49.56
4:00	109.96	--- A)1)	--- A)1)	17.48	48.95
4:30	112.24	--- A)1)	--- A)1)	18.00	48.38
5:00	113.68	--- A)1)	--- A)1)	17.04	47.12
5:30	109.96	--- A)1)	--- A)1)	17.23	48.05
6:00	110.48	--- A)1)	--- A)1)	17.04	49.72
6:30	112.28	--- A)1)	--- A)1)	17.20	49.98
7:00	111.61	--- A)1)	--- A)1)	--- C)	52.85
7:30	113.43	--- A)1)	--- A)1)	20.25	57.77
8:00	--- C)	--- A)1)	--- A)1)	22.54	72.08
8:30	125.08	--- A)1)	--- A)1)	27.57	77.22

Waktu / Time GMT+7 (WIB)	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya
	SUF1	SUF2	SUF3	SUF4	SUF5
	Taman Prestasi	Perak Timur	Sukomanunggal	Gayungan	Gebang Putih
9:00	122.60	--- A)1)	--- A)1)	30.10	87.55
9:30	124.08	--- A)1)	--- A)1)	31.38	85.80
10:00	129.47	--- A)1)	--- A)1)	35.77	88.95
10:30	132.58	--- A)1)	--- A)1)	36.46	89.77
11:00	131.19	--- A)1)	--- A)1)	37.75	91.16
11:30	131.50	--- A)1)	--- A)1)	36.01	91.07
12:00	131.50	--- A)1)	--- A)1)	40.41	87.15
12:30	132.01	--- A)1)	--- A)1)	42.29	89.77
13:00	134.01	--- A)1)	--- A)1)	42.79	88.66
13:30	137.15	--- A)1)	--- A)1)	45.85	91.63
14:00	144.50	--- A)1)	--- A)1)	48.53	101.25
14:30	129.33	--- A)1)	--- A)1)	51.55	99.91
15:00	128.69	--- A)1)	--- A)1)	49.05	93.13
15:30	124.67	--- A)1)	--- A)1)	50.45	89.23
16:00	124.93	--- A)1)	--- A)1)	45.24	--- C)
16:30	114.86	--- A)1)	--- A)1)	40.54	73.48
17:00	119.71	--- A)1)	--- A)1)	36.57	65.60
17:30	117.29	--- A)1)	--- A)1)	28.78	71.70

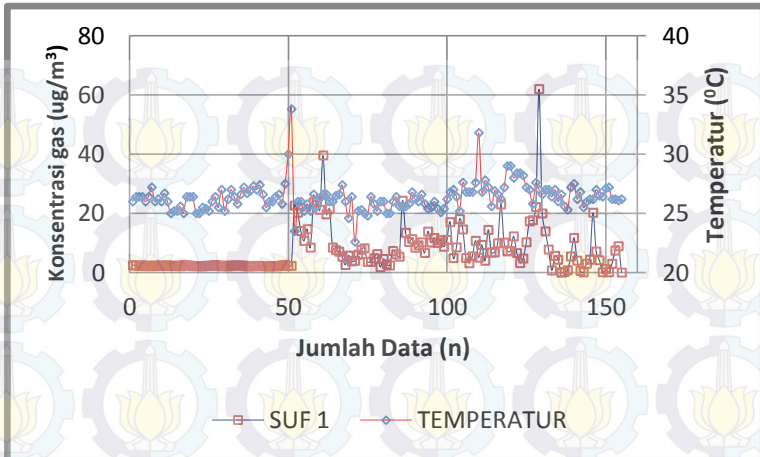
Waktu / Time GMT+7 (WIB)	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya
	SUF1	SUF2	SUF3	SUF4	SUF5
	Taman Prestasi	Perak Timur	Sukomanunggal	Gayungan	Gebang Putih
18:00	111.08	--- A)1)	--- A)1)	25.35	75.97
18:30	104.47	--- A)1)	--- A)1)	24.96	72.36
19:00	103.24	--- A)1)	--- A)1)	22.00	65.06
19:30	103.59	--- A)1)	--- A)1)	17.82	51.16
20:00	101.94	--- A)1)	--- A)1)	19.47	53.59
20:30	104.27	--- A)1)	--- A)1)	18.56	52.82
21:00	104.08	--- A)1)	--- A)1)	17.33	48.26
21:30	101.84	--- A)1)	--- A)1)	17.72	48.74
22:00	100.71	--- A)1)	--- A)1)	17.20	47.55
22:30	103.16	--- A)1)	--- A)1)	17.59	51.25
23:00	105.24	--- A)1)	--- A)1)	17.36	50.45
23:30	103.41	--- A)1)	--- A)1)	17.00	47.64
24:00:00	103.81	--- A)1)	--- A)1)	17.26	47.45

Contoh Data Konsentrasi Gas Pencemar NO₂ Tanggal 1 Januari 2009

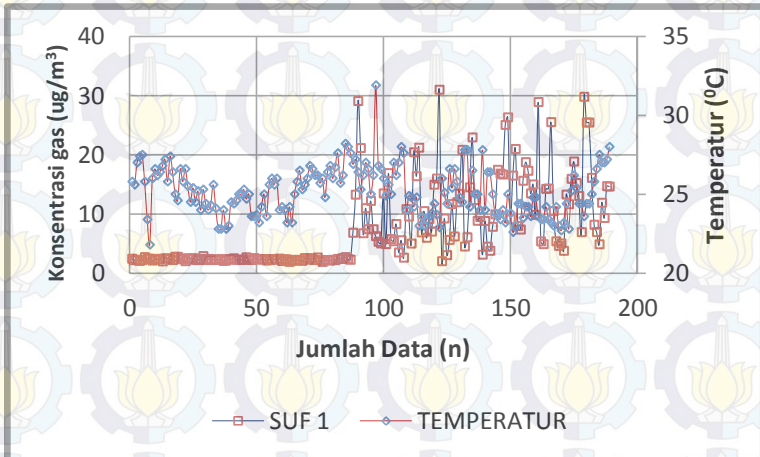
Waktu / Time GMT+7 (WIB)	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya
	SUF1	SUF2	SUF3	SUF4	SUF5
	Taman Prestasi	Perak Timur	Sukomanunggal	Gayungan	Gebang Putih
0:30	2.18	--- A)1)	--- A)1)	0.17	9.40
1:00	2.73	--- A)1)	--- A)1)	0.06	9.40
1:30	2.12	--- A)1)	--- A)1)	0.16	9.40
2:00	2.21	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
2:30	2.22	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
3:00	2.15	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
3:30	2.41	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
4:00	2.52	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
4:30	2.24	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
5:00	2.01	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
5:30	2.15	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
6:00	2.19	--- A)1)	--- A)1)	51.12	9.40
6:30	2.29	--- A)1)	--- A)1)	--- C)	9.40
7:00	1.99	--- A)1)	--- A)1)	35.06	9.40
7:30	--- C)	--- A)1)	--- A)1)	15.89	9.40
8:00	2.77	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
8:30	2.74	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40

Waktu / Time GMT+7 (WIB)	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya
	SUF1	SUF2	SUF3	SUF4	SUF5
	Taman Prestasi	Perak Timur	Sukomanunggal	Gayungan	Gebang Putih
9:00	2.66	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
9:30	2.40	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
10:00	2.05	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
10:30	2.21	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
11:00	2.69	--- A)1)	--- A)1)	0.17	9.40
11:30	2.44	--- A)1)	--- A)1)	0.83	9.40
12:00	2.32	--- A)1)	--- A)1)	0.20	9.40
12:30	2.41	--- A)1)	--- A)1)	0.02	9.40
13:00	2.40	--- A)1)	--- A)1)	0.08	9.40
13:30	2.18	--- A)1)	--- A)1)	0.03	9.40
14:00	2.35	--- A)1)	--- A)1)	0.02	9.40
14:30	2.46	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
15:00	2.40	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
15:30	2.15	--- A)1)	--- A)1)	0.09	--- C)
16:00	2.33	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
16:30	2.65	--- A)1)	--- A)1)	0.00	9.40
17:00	2.30	--- A)1)	--- A)1)	0.16	9.40
17:30	2.30	--- A)1)	--- A)1)	0.66	9.40

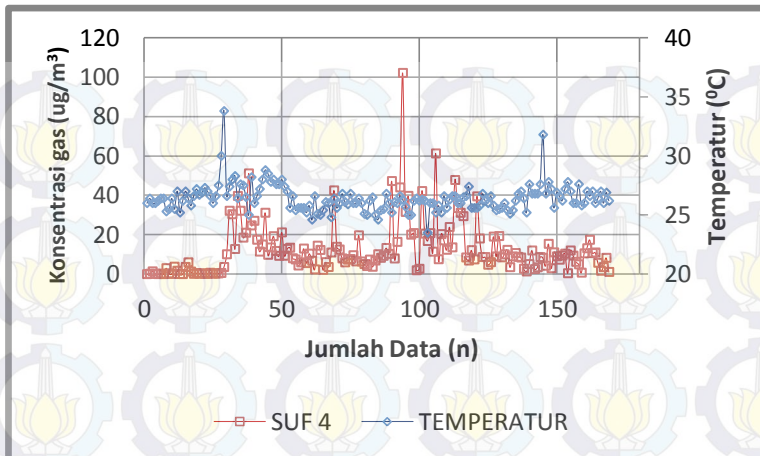
Waktu / Time GMT+7 (WIB)	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya	Surabaya
	SUF1	SUF2	SUF3	SUF4	SUF5
	Taman Prestasi	Perak Timur	Sukomanunggal	Gayungan	Gebang Putih
18:00	2.29	--- A)1)	--- A)1)	0.72	9.40
18:30	1.96	--- A)1)	--- A)1)	0.78	9.40
19:00	2.73	--- A)1)	--- A)1)	1.68	9.40
19:30	2.21	--- A)1)	--- A)1)	1.68	9.40
20:00	2.27	--- A)1)	--- A)1)	1.14	9.40
20:30	2.29	--- A)1)	--- A)1)	1.10	9.40
21:00	2.55	--- A)1)	--- A)1)	1.00	9.40
21:30	2.38	--- A)1)	--- A)1)	0.44	9.40
22:00	2.41	--- A)1)	--- A)1)	2.12	9.40
22:30	2.12	--- A)1)	--- A)1)	0.44	9.40
23:00	2.49	--- A)1)	--- A)1)	1.35	9.40
23:30	2.29	--- A)1)	--- A)1)	1.69	9.40
24:00:00	2.44	--- A)1)	--- A)1)	1.39	9.40



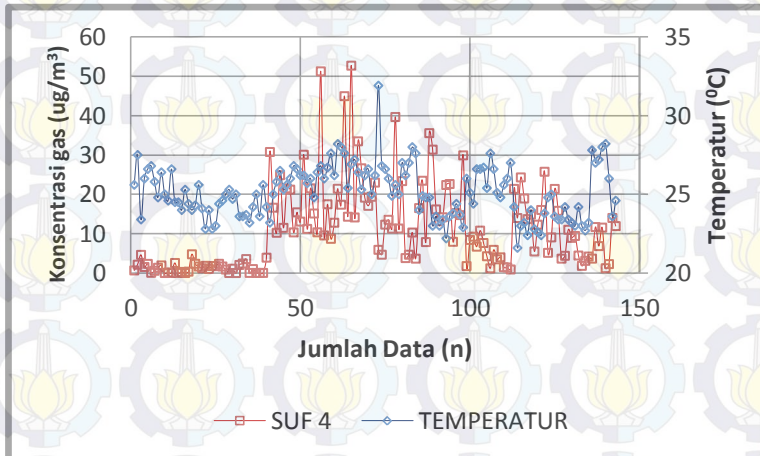
1 Data Temperatur Dengan gas NO₂ Musim Penghujan SUF 1 Pukul 00.00 WIB



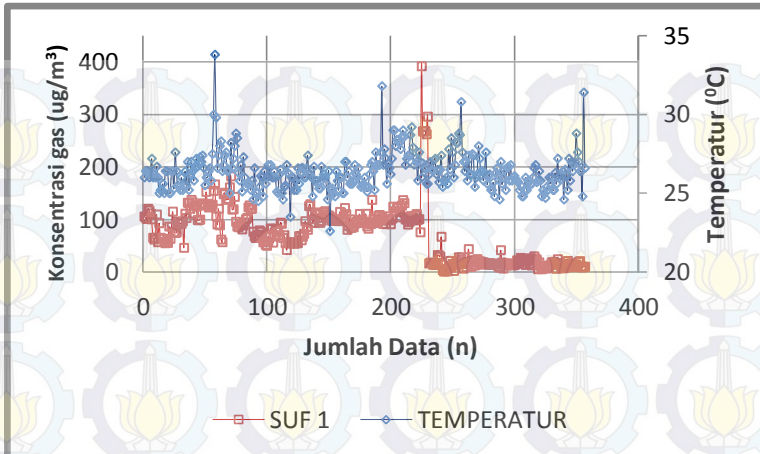
2 Data Temperatur Dengan gas NO₂ Musim Kemarau SUF 1 Pukul 00.00 WIB



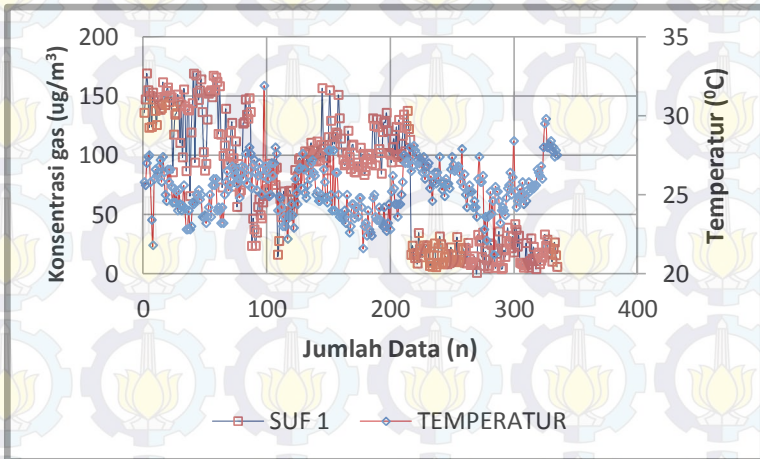
3 Data Temperatur Dengan gas NO₂ Musim Penghujan SUF 4 Pukul 00.00 WIB



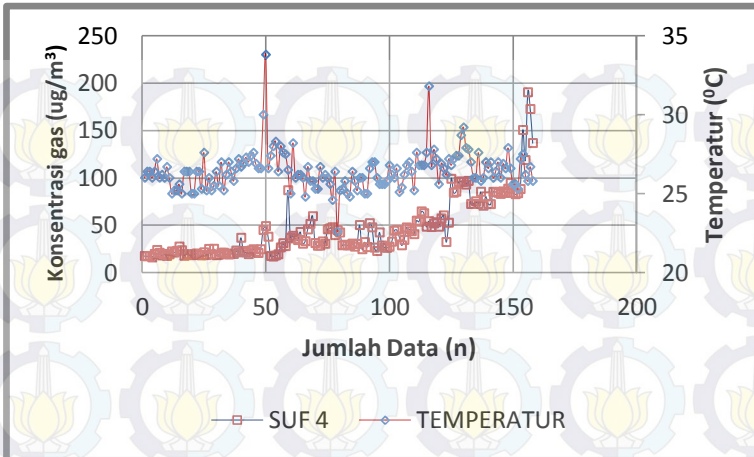
4 Data Temperatur Dengan gas NO₂ Musim Kemarau SUF 4 Pukul 00.00 WIB



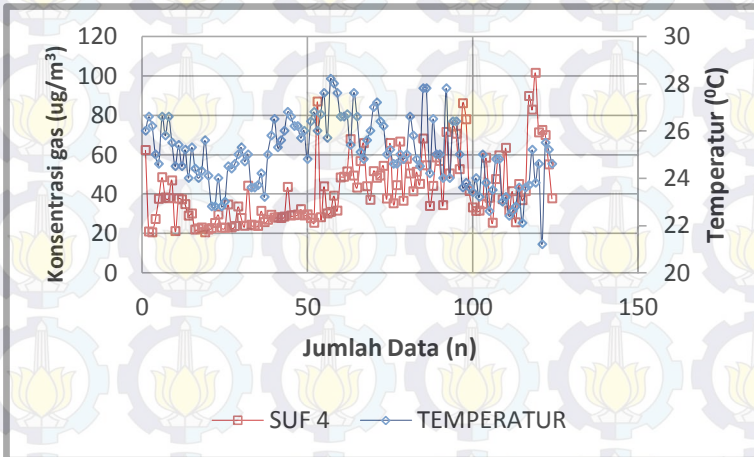
5 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Penghujan SUF 1 Pukul 00.00 WIB



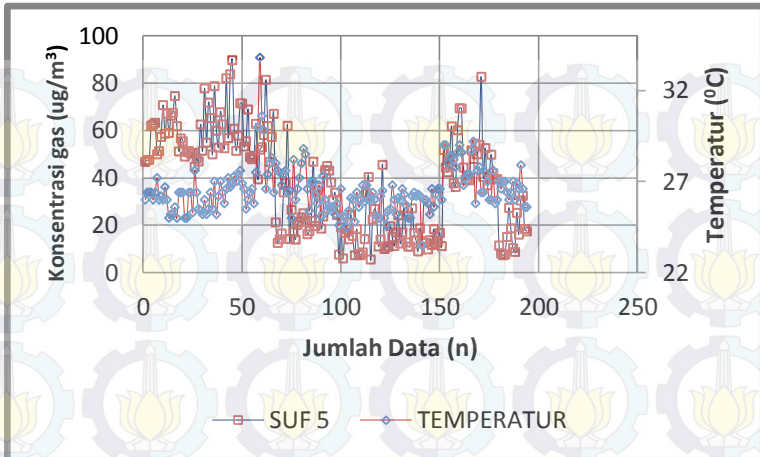
6 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Kemarau SUF 1 Pukul 00.00 WIB



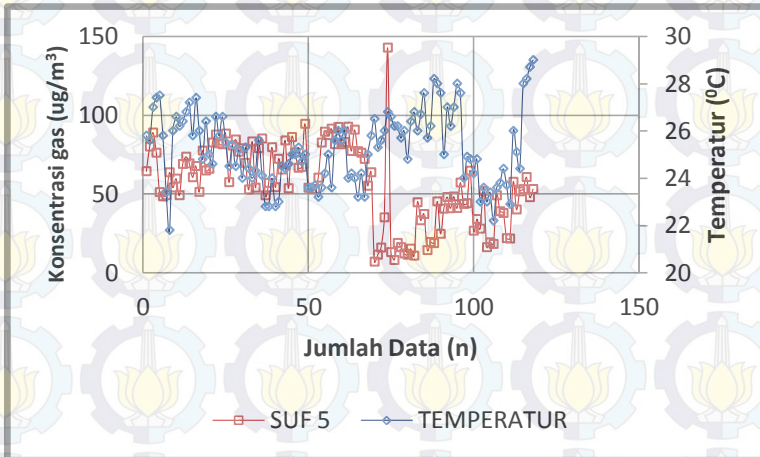
7 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Penghujan SUF 4 Pukul 00.00 WIB



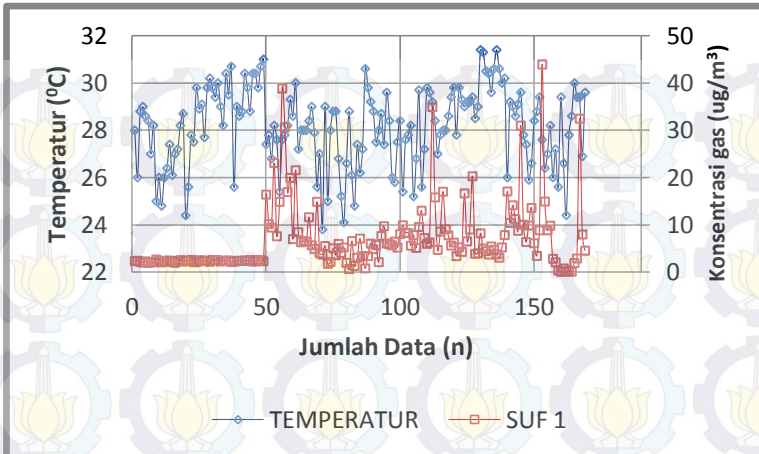
8 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Kemarau SUF 4 Pukul 00.00 WIB



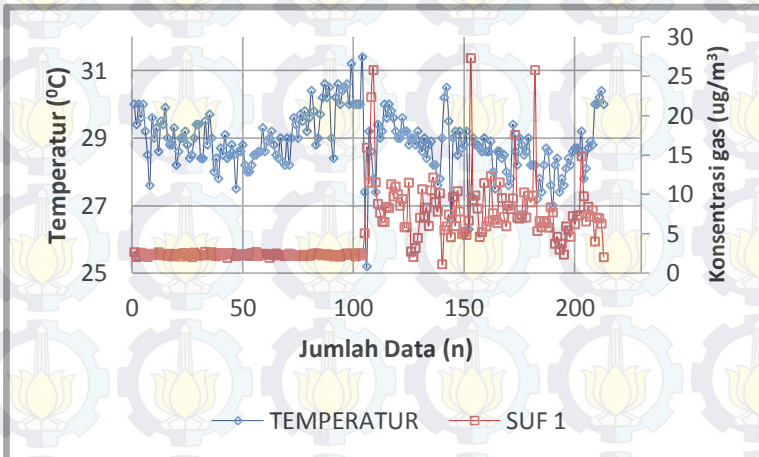
9 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Penghujan SUF 5 Pukul 00.00 WIB



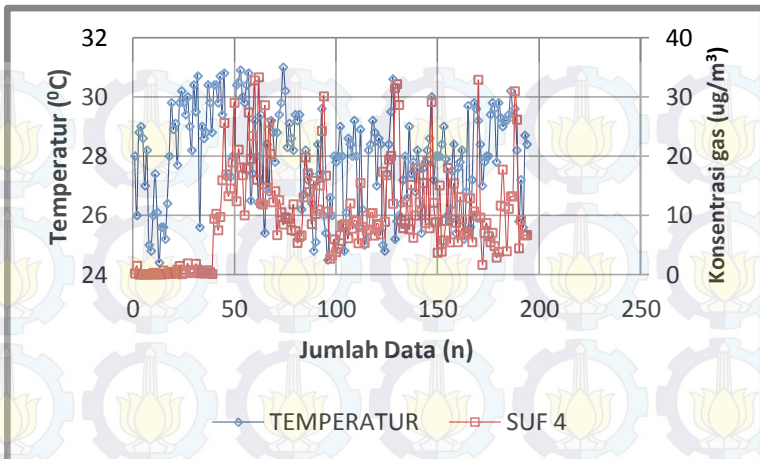
10 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Kemarau SUF 5 Pukul 00.00 WIB



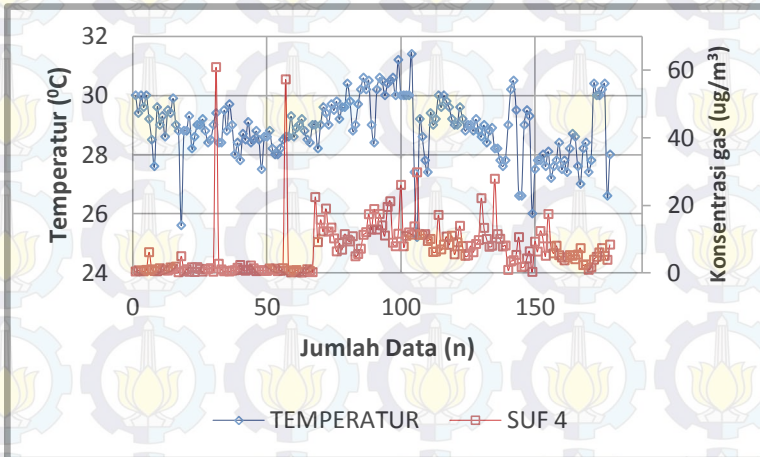
11 Data Temperatur Dengan gas NO₂ Musim Penghujan SUF 1 Pukul 12.00 WIB



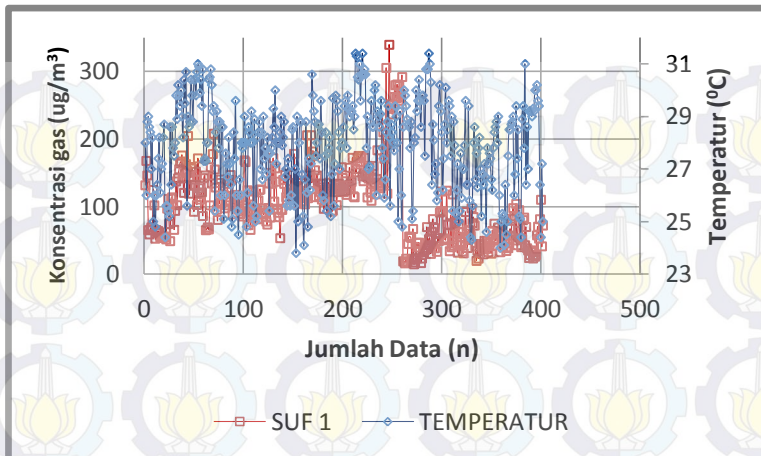
12 Data Temperatur Dengan gas NO₂ Musim Kemarau SUF 1 Pukul 12.00 WIB



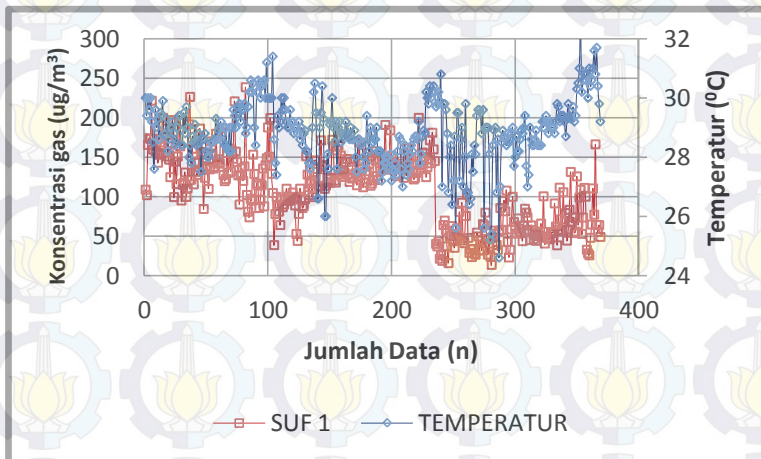
13 Data Temperatur Dengan gas NO₂ Musim Penghujan SUF 4 Pukul 12.00 WIB



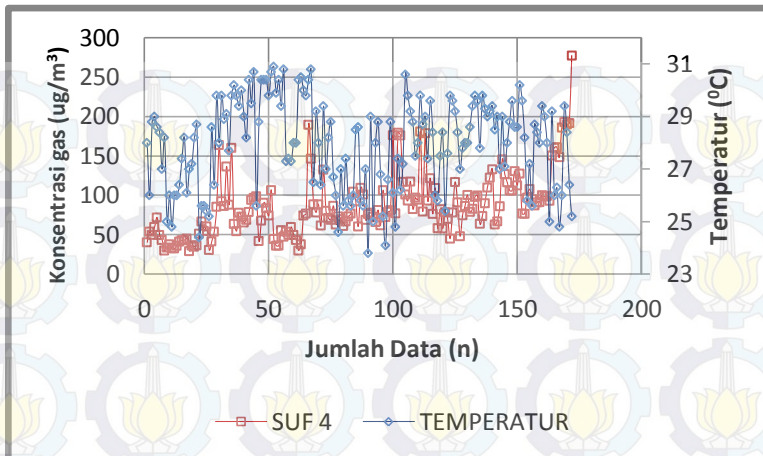
14 Data Temperatur Dengan gas NO₂ Musim Kemarau SUF 4 Pukul 12.00 WIB



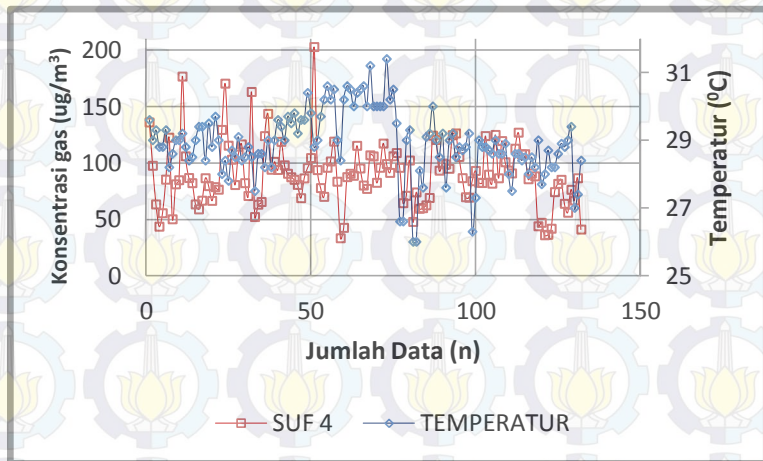
15 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Penghujan SUF 1 Pukul 12.00 WIB



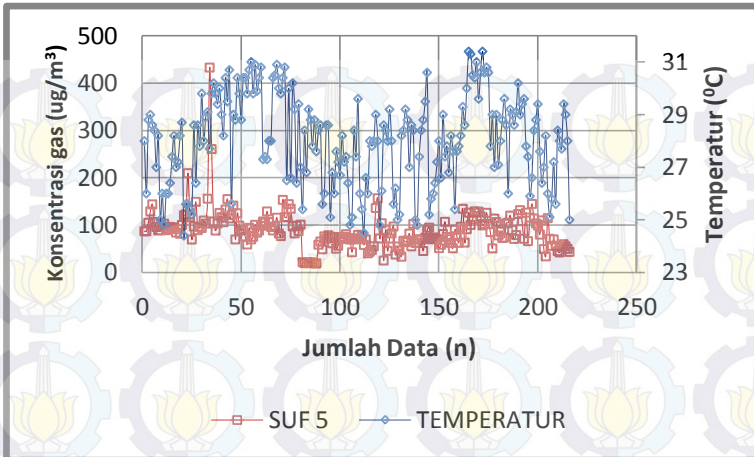
16 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Kemarau SUF 1 Pukul 12.00 WIB



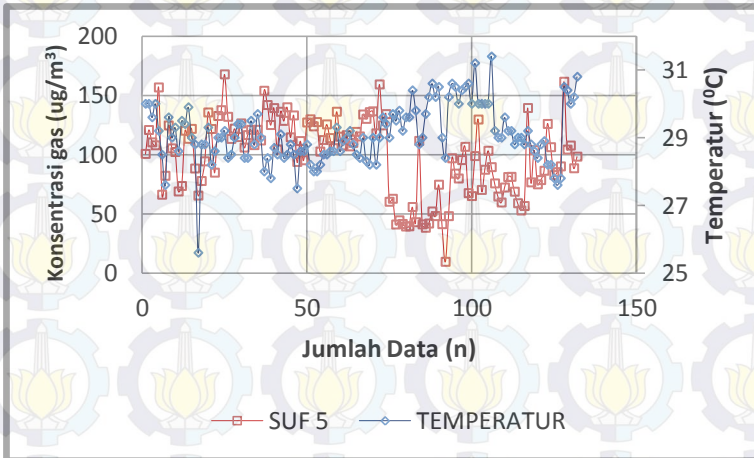
17 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Penghujan SUF 4 Pukul 12.00 WIB



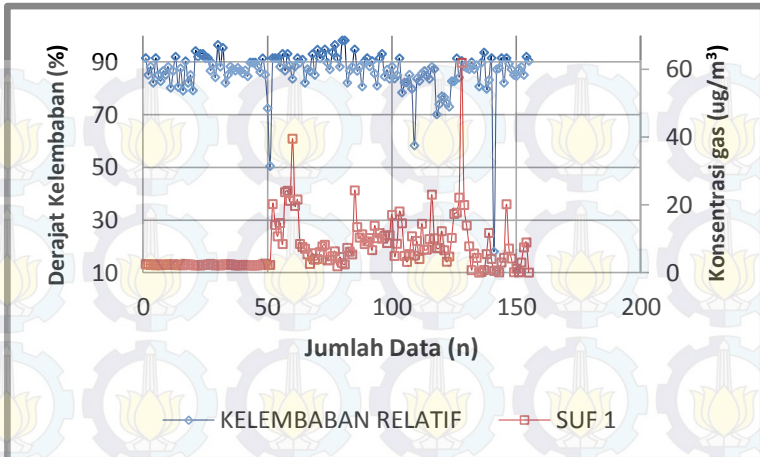
18 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Kemarau SUF 4 Pukul 12.00 WIB



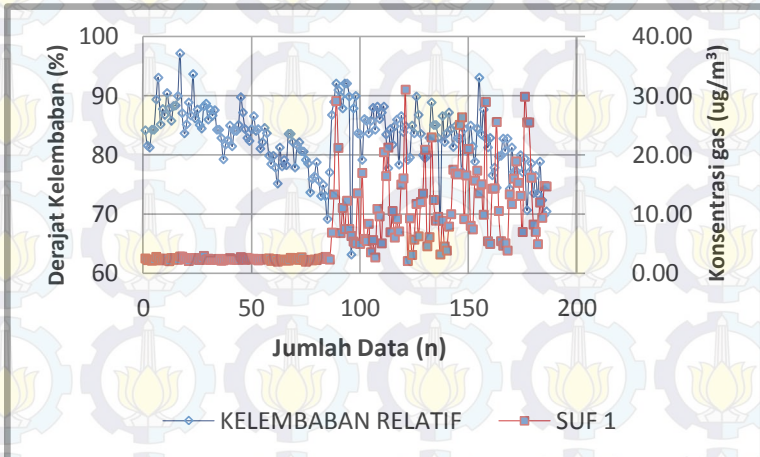
19 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Penghujan SUF 5 Pukul 12.00 WIB



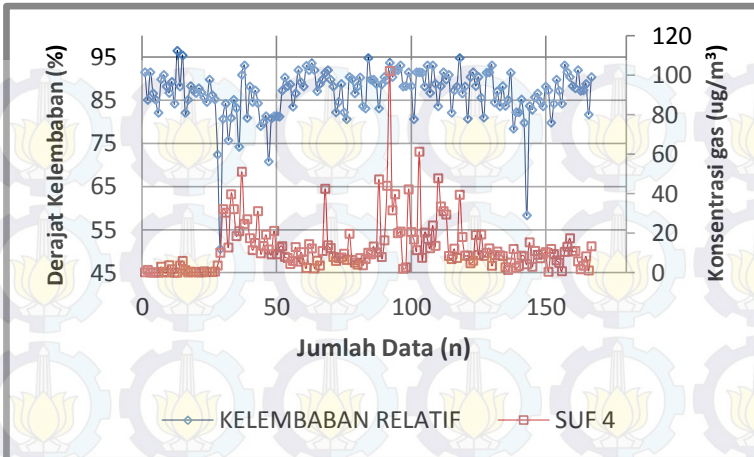
20 Data Temperatur Dengan gas O₃ Musim Kemarau SUF 5 Pukul 12.00 WIB



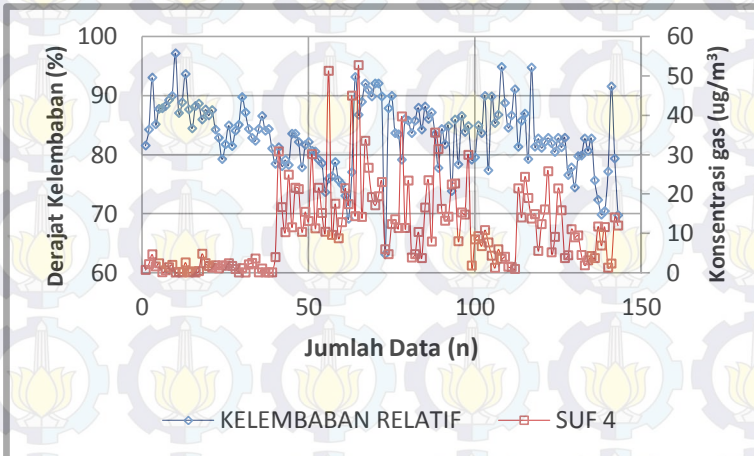
21 Data Kelembaban Relatif Dengan gas NO₂ Musim Penghujan SUF 1
Pukul 00.00 WIB



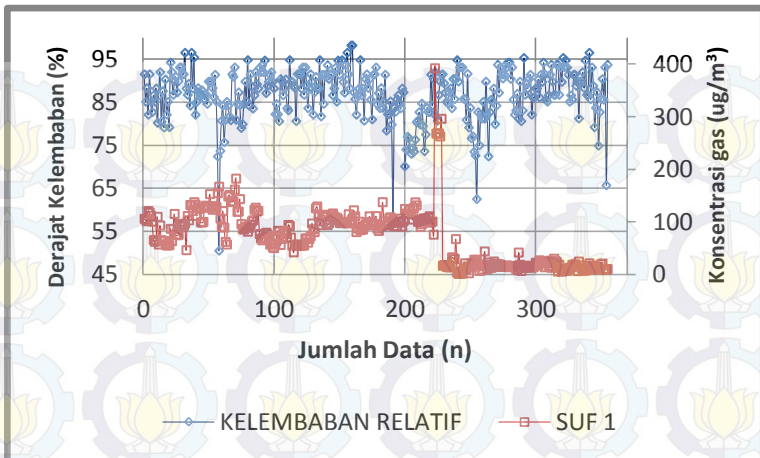
22 Data Kelembaban Relatif Dengan gas NO₂ Musim Kemarau SUF 1
Pukul 00.00 WIB



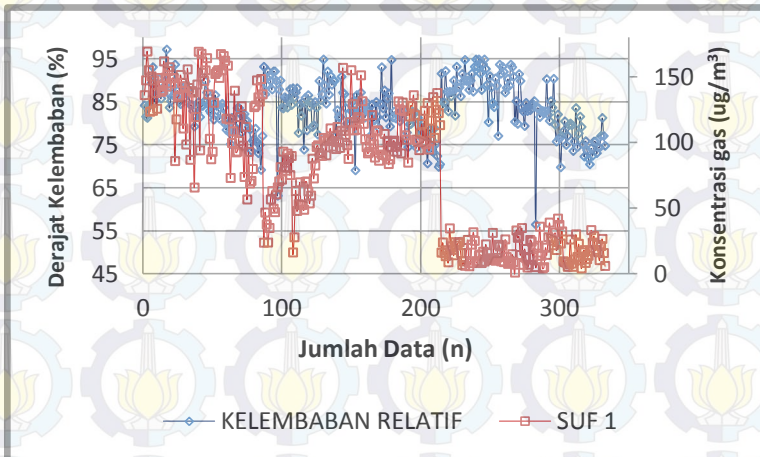
23 Data Kelembaban Relatif Dengan gas NO_2 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 00.00 WIB



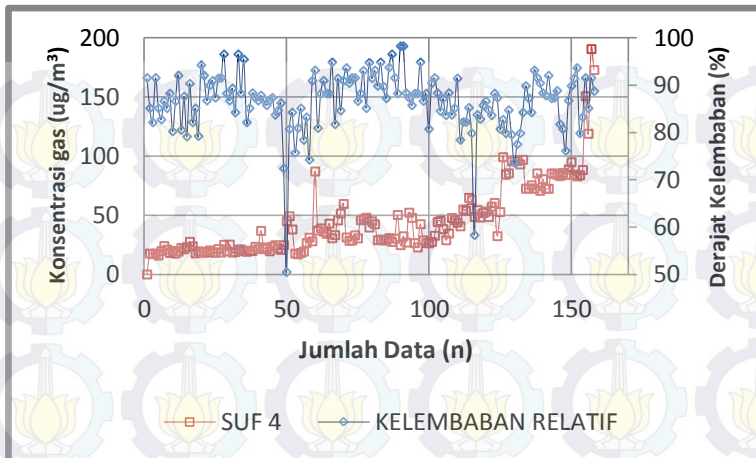
24 Data Kelembaban Relatif Dengan gas NO_2 Musim Kemarau SUF 4 Pukul 00.00 WIB



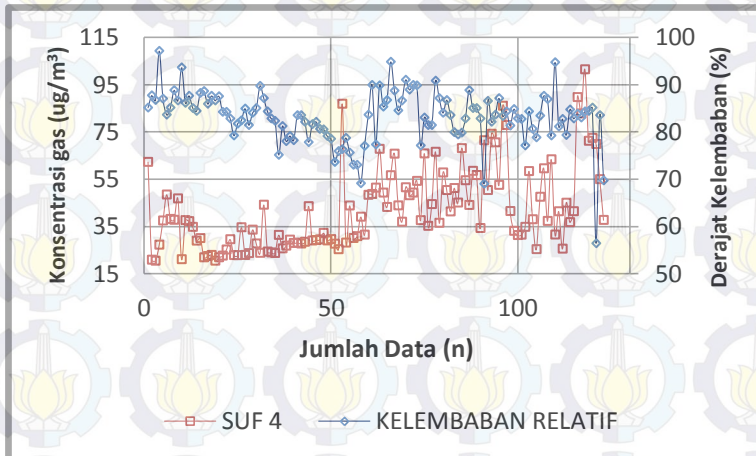
25 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O₃ Musim Penghujan SUF 1
Pukul 00.00 WIB



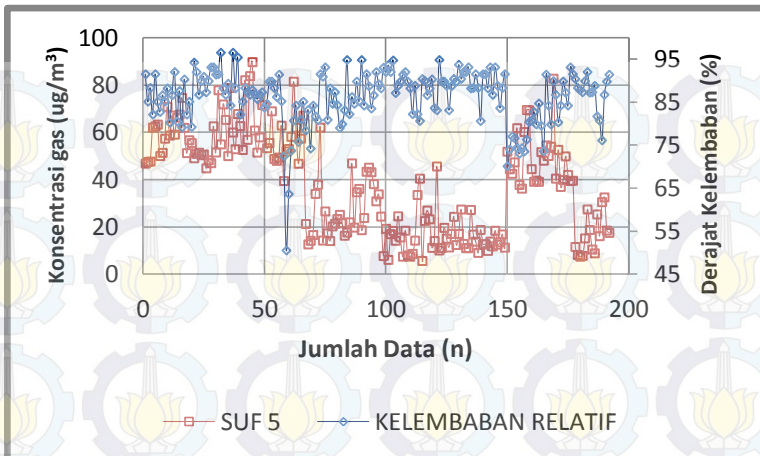
26 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O₃ Musim Kemarau SUF 1
Pukul 00.00 WIB



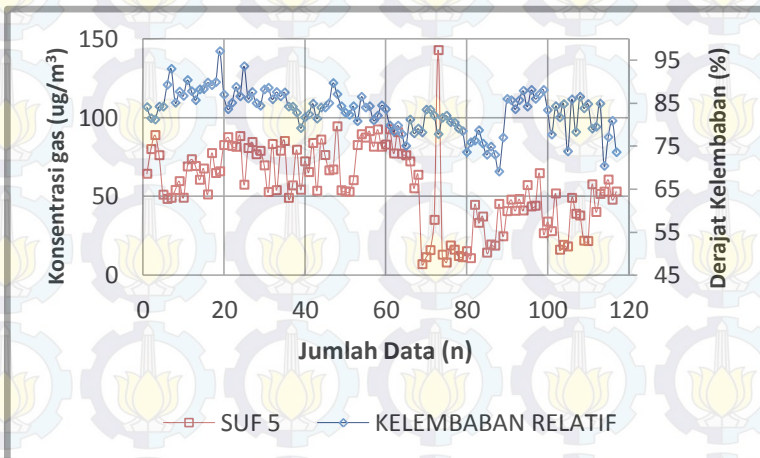
27 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 00.00 WIB



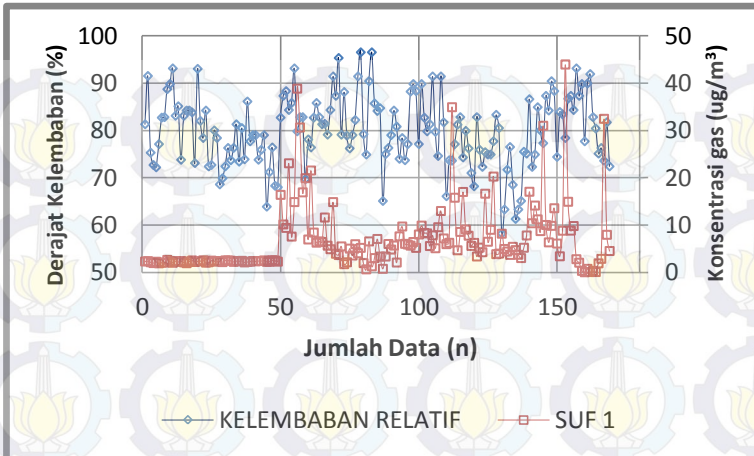
28 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 4 Pukul 00.00 WIB



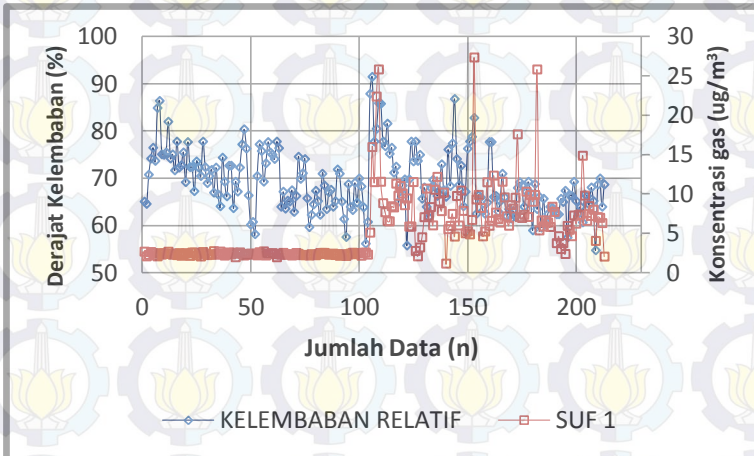
29 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 5
Pukul 00.00 WIB



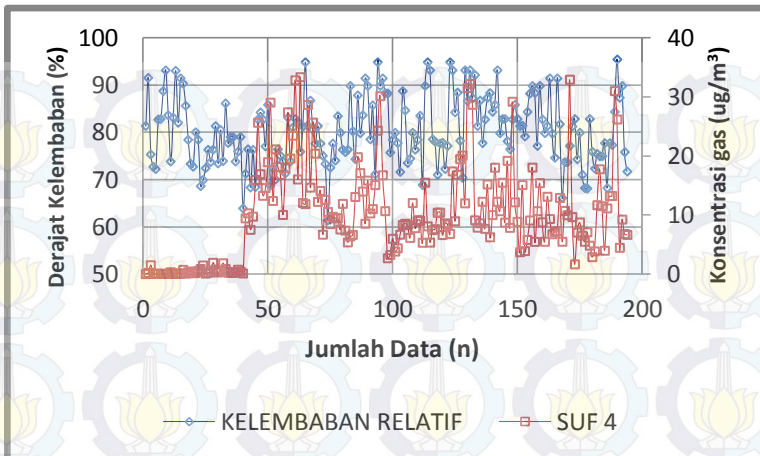
30 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 5
Pukul 00.00 WIB



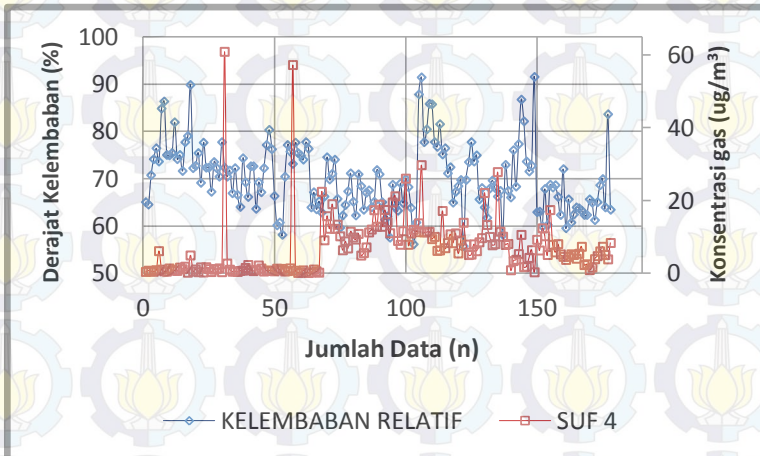
31 Data Kelembaban Relatif Dengan gas NO₂ Musim Penghujan SUF 1
Pukul 12.00 WIB



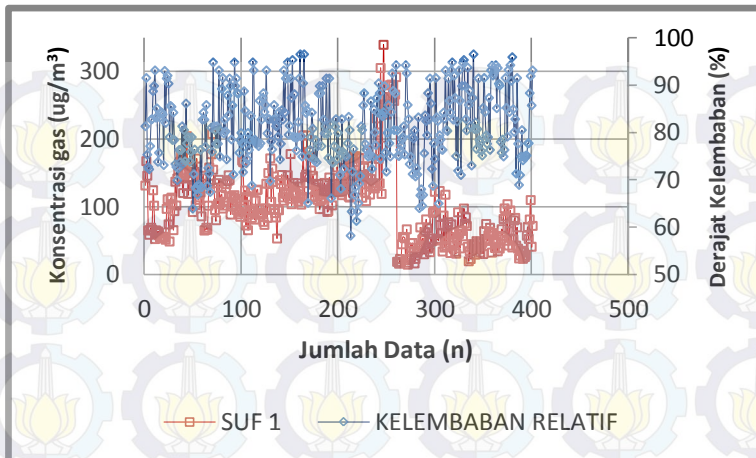
32 Data Kelembaban Relatif Dengan gas NO₂ Musim Kemarau SUF 1
Pukul 12.00 WIB



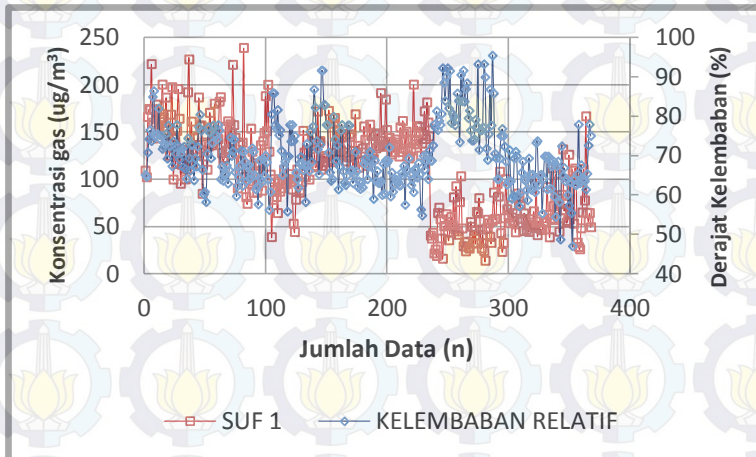
33 Data Kelembaban Relatif Dengan gas NO_2 Musim Penghujan SUF 4 Pukul 12.00 WIB



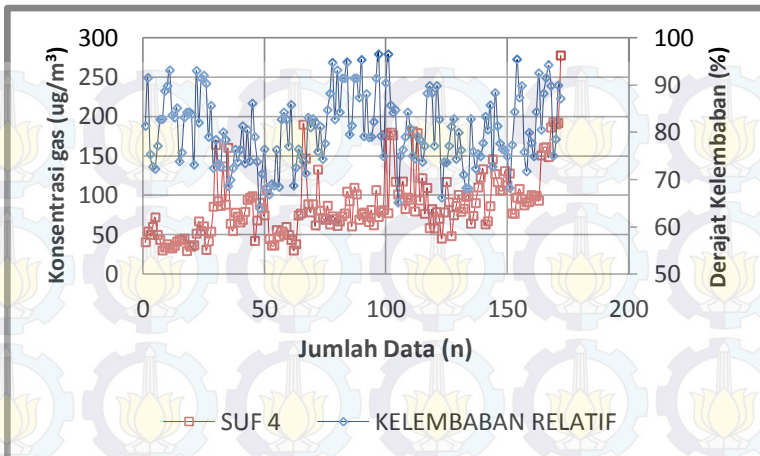
34 Data Kelembaban Relatif Dengan gas NO_2 Musim Kemarau SUF 4 Pukul 12.00 WIB



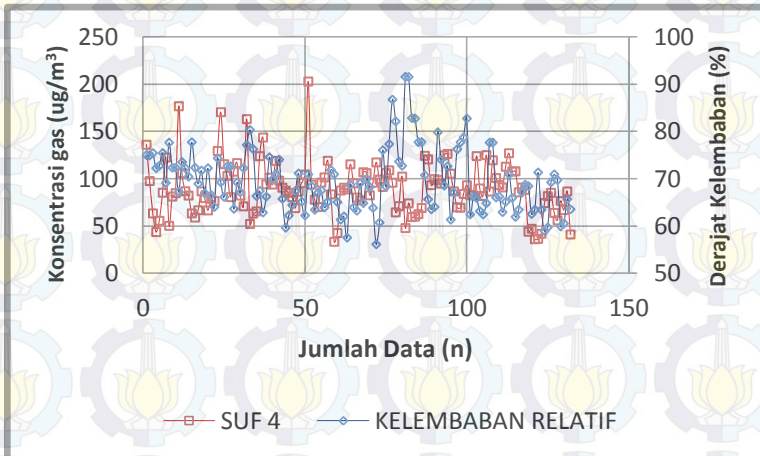
35 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 1 Pukul 12.00 WIB



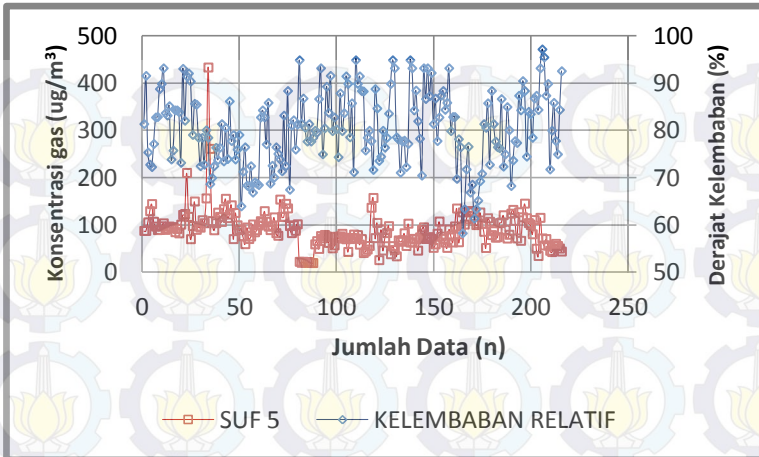
36 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 1 Pukul 12.00 WIB



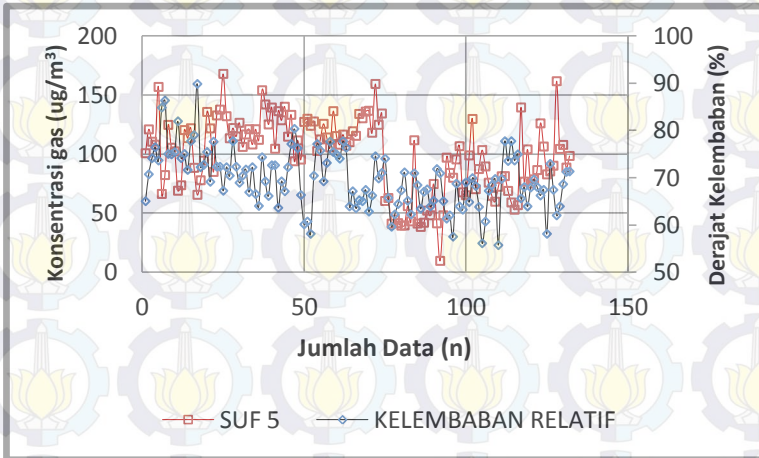
37 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 4
Pukul 12.00 WIB



38 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 4
Pukul 12.00 WIB



39 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Penghujan SUF 5
Pukul 12.00 WIB



40 Data Kelembaban Relatif Dengan gas O_3 Musim Kemarau SUF 5
Pukul 12.00 WIB

**BERITA ACARA
SEMINAR KEMAJUAN TUGAS AKHIR**

Semester Gasal 2014/2015

Pada

Hari, tanggal : Rabu, 10 Desember 2014
Jam : 15.00 - 16.30
Tempat : TL 106

telah dilaksanakan Seminar Tugas Akhir :

Judul : Penentuan Korelasi Perubahan Temperatur dan Kelembaban
Relatif Terhadap Ketinggian Inversi dan Hubungannya
Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya

Nama Mahasiswa : Achmad Alvinsyah
NRP : 33111100024
Program Studi : S-1 Teknik Lingkungan
Bidang Tugas Akhir : ~~Perencanaan~~ / Penelitian / Studi Pustaka *

Tanda Tangan : 

Berdasarkan hasil evaluasi penguji, dinyatakan bahwa mahasiswa tersebut :

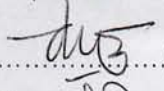

1. dapat mengikuti ujian Tugas Akhir
2. tidak dapat mengikuti ujian Tugas Akhir

Saran-saran perbaikan :

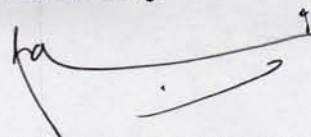
31/12/14
1) Perbaiki format penulisan sesuai ketentuan
2) Perbaiki format
3) Lengkapi Bab IV dan penjelasan tentang masing-masing faktor skla
dimana korelasi nya

→ cek punya Mbah Novi → Font size
Liat draft seminar
Tambahkan pembahasan hasil koreksi

Tim Penguji :

- | Nama | (Tanda Tangan) |
|------------------------|---|
| 1. PROF. JOHI H. |  |
| 2. ARIE DIPAREZA, PHD. |  |

Pembimbing,


Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

Keterangan:

* : Coret yang tidak perlu



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : A. Alunyah
NRP : 3311100029
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Korelasi Perubahan temperatur dan kelembaban relatif terhadap lingkungan
Lapangan, dan hubungannya dengan Kualitas Udara Ambian Kota Surabaya

No	Saran Perbaikan (sesuai Form KTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Perbaiki Format Penulisan sesuai Ketentuan	Format Penulisan telah diperbaiki sesuai format yang diberikan diberikan dosen Koordinator TA
2.	Perbaiki Abstrak	Abstrak telah diperbaiki sesuai Format penulisan
3.	Lengkap bab IV dengan penjelasan tentang masing-masing faktor sebelum dianalisis korelasinya	Bab IV telah ditambahkan tentang pembahasan masing-masing faktor
4.	Ukuran Font diperbaiki & disamakan	Ukuran Font telah disamakan sesuai Format penulisan
5.	Lihat draft seminar	Perbaikan dari draft telah dilakukan
6.	Tambahkan pembahasan hasil korelasi	Pembahasan hasil korelasi telah ditambahkan dalam draft

Dosen Pembimbing,

Mahasiswa Ybs.,

Dr. Ir. Rachmat Boedisantoro, M.T.

A. Alunyah

LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

NAMA PEMBIMBING	Dr. Ir. Rachmat Boedi santoso., M T
NAMA MAHASISWA	A. Alvinsyah
NRP	3311100029
JUDUL TUGAS AKHIR	Pencarian korelasi Perubahan Temperatur dan Kelembaban Relatif terhadap ket. aggian lapisan inversi dan hubungannya dengan kualitas udara ambien kota Surabaya
TANGGAL PROPOSAL	15 September 2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF PEMBIMBING
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	29 September 2019	Revisi Draft Proposal	Pencarian data Meteorologi, ISPU dan lapisan inversi	f
2	2 September 2019	Pencarian Data Meteorologi	Pelingkupan data meteorologi	f
3	6 Oktober 2019	- Pelingkupan data meteorologi - Pencarian data lapisan inversi	- Pelingkupan data lapisan inversi	f
4	9 Oktober 2019	- Pelingkupan data lapisan inversi	- Pencarian data ISPU	f
5	16 Oktober 2019	- Pencarian data ISPU - Pelingkupan data ISPU	- Pelingkupan data ISPU	f
6	23 Oktober 2019	- Pelingkupan data ISPU	- Pelingkupan data ISPU	f
7	7 November 2019	- Pelingkupan data ISPU - Mengorelasikan data Meteorologi, ISPU, lapisan inversi	- Pelingkupan data ISPU - Mengorelasikan data Meteorologi, ISPU, lapisan inversi	f
8	27 November 2019	- Mengorelasikan data ISPU, Meteorologi, lapisan inversi - Penulisan dalam bab 4 & 5	- Penulisan dalam bab 4 & 5	f

BERITA ACARA
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Periode Wisuda Maret 2015

Pada

Hari, tanggal : Senin, 12 Januari 2015
Jam : 08.00 - 10.00
Tempat : TL 201

telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir :

Judul : Penentuan Korelasi Perubahan Temperatur dan Kelembaban Relatif Terhadap Ketinggian Inversi dan Hubungannya Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya
Nama Mahasiswa : Achmad Alvinsyah
Nrp. : 3311100024
Program Studi : S-1 Teknik Lingkungan
Bidang Tugas Akhir : Perencanaan / Penelitian / Studi Pustaka *

Tanda Tangan :

Saran-saran perbaikan :

- 1. Perbaiki cara penulisan abstrak, pustaka.
- 2. Perbaiki tabel analisis dan pembahasan termasuk gambar hrs lebih informatif.
- 3. Kajian pustaka perlu ditambahi materi / teori pendukung.
- 4. Gk penulisan gambar / grafik.
- 5. Gk layout / perletakan lap inversi & lap ambien.
- 6. Jelaskan perbedaan cuaca & pengkayaan dan alat ukur & waktu & lokasi (1) & lokasi (2).
- 7. Perbaiki lain 2 bls.
- 8. Layer inversi rata?
- 9. Variabel yg mempengaruhi layer inversi menurut Rachman (2014).
- 10. Korelasi layer inversi menurut Gaffen (1992).
- 11. Suhu (x-axis) diukur pd ketinggian berapa meter dari ground?

Pembimbing,

a.u. *[Signature]*

Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

Tim Penguji :

- | Nama | (Tanda Tangan) |
|------------------------------------|--------------------|
| 1. Prof. Ir. Joni Hermans, MSc PhD | <i>[Signature]</i> |
| 2. Alia Damayanti, Ph.D | <i>[Signature]</i> |
| 3. Arie Dipareza Ph.D. | <i>[Signature]</i> |

Keterangan:

* : Coret yang tidak perlu



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : A. Alviyasyah
NRP : 3311100029
Judul Tugas Akhir : Penentuan Korelasi Perubahan Temperatur dan kelembaban Relatif terhadap Ketinggian Inversi, dan hubungannya dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya.

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Perbaiki cara penulisan abstrak, Pustaka	Sudah diperbaiki sesuai pedoman
2.	Perbaiki tahapan analisis dan pembahasan termasuk gambar harus lebih informatif	Sudah dikoreksi diperbaiki di laporan
3.	Kajian Pustaka perlu ditambah materi / teori pendukung	Sudah ditambahkan di laporan
4.	Cek penulisan gambar / grafik	Sudah diperbaiki sesuai pedoman
5.	Cek lingkup / capaian inversi & lapisan ambien.	Sudah dijelaskan di laporan
6.	Jelaskan perbedaan kemarau dan penghujan dan atau siang & malam hari, v/tujuan ① & ②	Sudah dijelaskan di laporan
7.	Perbaikan tga. udara dalam buku	Sudah diperbaiki sesuai pedoman
8.	Layar Inversi rata-rata	Sudah dijelaskan di laporan
9.	Menentukan Variabel dalam Buchtar (2014)	Sudah dijelaskan di laporan
10.	Korelasi menurut Gaffen (1992)	Sudah dijelaskan di laporan
11.	Suhu t_{a-axis} diukur pada ketinggian.	Sudah dijelaskan di laporan

Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

Mahasiswa Ybs.

A. Alviyasyah Rasyidi